

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Departamento de Ingeniería Sistemas y Automática

**CONTROL PID DE UN SECADOR
MEDIANTE AUTÓMATAS
PROGRAMABLES CONECTADOS
POR ETHERNET**

PROYECTO FIN DE CARRERA

AUTOR: VÍCTOR CARRILLO VALENCIA
DIRECTOR: RAMÓN IGNACIO BARBER CASTAÑO

JULIO, 2012

PROYECTO FINAL DE CARRERA

CONTROL PID DE UN
SECADOR MEDIANTE
AUTÓMATAS PROGRAMABLES
CONECTADOS POR ETHERNET

Por

Víctor Carrillo Valencia

Presentado en la

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

de la

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Para la obtención del

GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL

Director de Proyecto Final de Carrera

D. Ramón Ignacio Barber Castaño

Madrid, Julio de 2012

PROYECTO FINAL DE CARRERA

CONTROL PID DE UN
SECADOR MEDIANTE
AUTÓMATAS PROGRAMABLES
CONECTADOS POR ETHERNET

TRIBUNAL CALIFICADOR

Presidente

Dr. D. _____

Secretario

Dr. D. _____

Vocal

Dr. D. _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 2012 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de:

Madrid, Julio de 2012

Agradecimientos

No quisiera dejar pasar esta oportunidad que se me brinda para dar las gracias a todas aquellas personas que me han apoyado, tanto directa como indirectamente en la realización de este proyecto, y que culmina el trabajo de toda una carrera de ingeniería.

Dar las gracias a mi tutor Ramón Barber, quien me ha aconsejado y ayudado en todo momento para que este proyecto saliera adelante, y sacando el tiempo de “debajo de las piedras” para resolver mis innumerables dudas. Gracias.

También agradecer a Concha y María a que, junto con Ramón, propusieron este proyecto que aquí se culmina. Muchas gracias a los tres.

No quisiera olvidarme de dar las gracias a toda mi familia. A mis padres porque hoy se quitan una espina clavada de mi anterior proyecto, por estar junto a mí cuando les he necesitado y por su apoyo en mis momentos de desesperación en este ciclo. A mi hermana Elena, que aunque dentro de poco empieza una nueva etapa en su vida sé que siempre podré contar con ella cuando le necesite. Sus palabras de aliento siempre las tengo presente. A mi hermano Carlos, por su humor y alegría, por enseñarme a sonreír, y porque sé que tengo un hermano para todo lo que necesite. Siempre creísteis en mí, y me ayudasteis en mis peores momentos, así que gracias.

Gracias a mis amigos. Angelillo, Lito, Perico,... en general a todo el “Setas FC”, que hemos hecho del futbol una excusa para compartir nuestras vidas, experiencias y vivencias inolvidables. Gracias también a Alberto, María, Figuer, Ju, Javi, Vero,... Un día nuestras vidas se cruzaron empezando una ingeniería y todavía hoy hacéis que mi paso por la universidad no fuera en balde. Alberto, gracias por tu experiencia y apoyo, parte de este trabajo es tuyo. Agradecer también a David, y en general a todo el equipo Arena, que hacéis de la amistad un valor indispensable en la vida. Gracias también a todos mis amigos polacos por ser tan increíbles, amables y generosos. Me hicisteis pasar uno de mis mejores años de mi vida.” miło cię poznać”

A todos vosotros, muchas gracias

Abstract

This final thesis focuses on the PID control temperature of a conventional dryer through PLCs connected via Ethernet. Wanted thereby setting up a communications network between two industrial PLCs (Programmable Logic Controller), and the temperature control by a PID controller.

Programmable logic controllers or PLCs are widely used electronic devices in industrial automation. Its history dates back to late 1960, when the industry sought new electronic technologies in a more efficient solution to replace the control systems based on electric circuits with relays, switches and other components commonly used to control systems combinational logic. Today, the PLC's logic not only control the operation of machinery, industrial plant and processes, but can also perform arithmetic or handle analog signals for control strategies such as PID (Proportional Integral and Derivative). The current PLC can also communicate with other controllers and computers in local area networks, and are a fundamental part of modern distributed control systems.

In the other hand, communication in industrial plants has become essential in modern industry. Many systems are comprised of equipment from different manufacturers and run at different levels of automation. Although it may be spaced apart, often want to work in concert to a successful outcome of the process. The main objective is fully integrated communication system.



INDICE

Índice de figuras	iii
-------------------------	-----

Índice de tablas	vii
------------------------	-----

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. <i>Introducción</i>	1
1.2. <i>Origen y justificación del proyecto</i>	2
1.3. <i>Objetivos</i>	3
1.4. <i>Contenido de la memoria</i>	4
2. CONTROLADORES PID.....	7
2.1. <i>Introducción</i>	7
2.2. <i>Tipos de controladores PID</i>	8
2.2.1. Estructura controlador PID	8
2.2.1.1. Controlador P.....	9
2.2.1.2. Controlador I	10
2.2.1.3. Controlador PI	11
2.2.1.4. Controlador PD.....	12
2.2.1.5. Controlador PID	13
3. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	15
3.1. <i>Introducción</i>	15
3.2. <i>Comunicaciones Industriales</i>	17
3.3. <i>Sistemas de cableado</i>	18
3.3.1. Cableado clásico.....	18
3.3.2. Sistemas de precableado.....	19
3.3.3. Entradas y salidas distribuidas.....	19
3.3.4. Buses de campo	20
3.4. <i>Tipos de buses de campo</i>	21
3.4.1. AS-i (Actuator-Sensor Interface)	22
3.4.2. CAN (Control Area Network)	23
3.4.3. Profibus (Process Field Bus)	26
3.4.4. Interbus.....	27
3.4.5. Ethernet	28
3.5. <i>Ethernet Industrial</i>	28



4. CONFIGURACIÓN DEL CONTROLADOR PID PARA EL CONTROL TÉRMICO DE UN SECADOR	33
4.1. <i>Introducción</i>	33
4.2. <i>Requerimientos del sistema</i>	34
4.3. <i>Planta experimental</i>	36
4.3.1. Características generales	36
4.3.2. Configuración de la planta experimental	38
4.4. <i>Autómatas programables</i>	39
4.4.1. Características generales	39
4.4.2. Configuración del PLC	41
4.4.2.1. Configuración hardware	41
4.4.2.2. Configuración software	45
4.4.2.3. Configuración PID	49
5. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIONES DE LOS PLC'S PARA EL CONTROL TÉRMICO DE UN SECADOR	57
5.1. <i>Introducción</i>	57
5.2. <i>Configuración de comunicaciones</i>	58
5.2.1. Autómata programable esclavo	58
5.2.2. Autómata programable maestro	62
5.3. <i>SCADA. Interfaz hombre-máquina</i>	65
6. RESULTADOS EXPERIMENTALES	73
6.1. <i>Introducción</i>	73
6.2. <i>Dispositivos utilizados</i>	76
6.2.1. Para el equipo 1 (equipo maestro):	77
6.2.2. Para el equipo 2 (equipo esclavo):	79
6.3. <i>Resultados obtenidos</i>	81
7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS.	89
7.1. <i>Conclusiones</i>	89
7.2. <i>Trabajos futuros</i>	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95



Índice de figuras

Fig. 2.1.- Diagrama de bloques de un controlador proporcional	9
Fig. 2.2.- Diagrama de bloques de un controlador integral.....	10
Fig. 2.3.- Diagrama de bloques de un controlador <i>PI</i>	11
Fig. 2.4. Diagrama de bloques de un controlador <i>PD</i>	12
Fig. 2.5. Diagrama de bloques de un controlador <i>PID</i>	14
Fig. 3.1.- Base de precableado	19
Fig. 3.3: Conexión Flat Yellow Cable	22
Fig. 3.4.- Aplicación de profibus DP	26
Fig. 3.5: Conector RJ45	30
Fig. 4.1.- Diagrama de bloques del sistema completo	34
Fig. 4.2.- Diagrama de bloques del sistema completo mediante PLC	35
Fig. 4.3.- Secador de pelo convencional	36
Fig. 4.4.- Secador de pelo experimental.....	36
Fig. 4.5.- Placa de control	37
Fig. 4.6.- Esquema gráfico de conexión de la plataforma experimental.....	38
Fig. 4.7.- Autómata programable MODICON PREMIUM de SCHNEIDER	39



Fig. 4.8.- Cable TSX PCX 103	40
Fig. 4.9.- Creación de un nuevo proyecto	41
Fig. 4.10.- Nombre del proyecto	42
Fig. 4.11.- Ventana del proyecto	42
Fig. 4.12.- Ventana de configuración de módulos con bastidor de 6 posiciones..	43
Fig. 4.13.- Ventana para sustitución del bastidor	43
Fig. 4.14.- Ventana de configuración de módulos con bastidor de 8 posiciones..	44
Fig. 4.15.- Configuración de módulos final	44
Fig. 4.16.- Configuración del módulo de entradas analógicas	46
Fig. 4.17.- Configuración del módulo de salidas analógicas	47
Fig. 4.18.- Creación de una nueva sección de programación.....	49
Fig. 4.19.- Ventana para crear nueva sección	50
Fig. 4.20.- Sección de programación creada	50
Fig. 4.21.- Menú de sección	51
Fig. 4.22.- Asistente de entradas de función	51
Fig. 5.1.- Creación de nueva red de comunicaciones.....	59
Fig. 5.2.- Ventana para agregar una red de comunicaciones	59
Fig. 5.3.- Red de comunicación Ethernet	60
Fig. 5.4.- Exploración de E/S	61
Fig. 5.5.- Red de comunicación Ethernet	63
Fig. 5.6.- Exploración de E/S	64
Fig. 5.18.- Diagrama de comunicaciones.....	64
Fig. 5.7.- Menú de Librería de pantallas de operador	65
Fig. 5.8.- Creación de una pantalla de operador	66
Fig. 5.9.- Creación de una pantalla de operador	67
Fig. 5.10.- Copiar un instrumento para introducirlo en la pantalla de operador...	67
Fig. 5.11.- Pegar un instrumento en la pantalla de operador.....	68
Fig. 5.12.- Propiedades del objeto introducido en la pantalla de operador.....	69
Fig. 5.13.- Pantalla de operador para el control del sistema	70
Fig. 6.1.- Interconexión entre equipos	78
Fig. 6.2.- Fotografía del puesto de trabajo con los dispositivos empelados.....	79



Fig. 6.3.- Interconexión entre equipos	80
Fig. 6.4.- Fotografía del puesto de trabajo con los dispositivos empelados.....	80
Fig. 6.5.- Instante de arranque de la plataforma experimental.....	81
Fig. 6.6.- Respuesta del sistema ante una perturbación	82
Fig. 6.7.- Respuesta del sistema ante una perturbación	83
Fig. 6.8.- Respuesta del sistema modificando K.....	84
Fig. 6.9.- Respuesta del sistema modificando T_i	85
Fig. 6.10.- Respuesta del sistema modificando T_d	86
Fig. 6.11.- Respuesta del sistema volviéndose inestable	87
Fig. 6.12.- Respuesta del sistema modificando todos los parámetros.....	88



Índice de tablas

Tabla 1.- Descripción de las variables del controlador PID.....	53
Tabla 2.- Parámetros de entrada del controlador PID	53
Tabla 3.- Parámetros de entrada del controlador PID	53
Tabla 4.- Parámetros de salida del controlador PID	54
Tabla 5.- Datos dentro de la estructura Mode_PID.....	54
Tabla 6.- Datos dentro de la estructura Para_PID	54
Tabla 7.- Datos dentro de la estructura Stat_MAXMIN	55
Tabla 8.- Activar o desactivar los diferentes controles P, I, y D.....	56



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

Este proyecto final de carrera se centra en el control PID de temperatura de un secador convencional mediante autómatas programables conectados por Ethernet. Se busca con ello la configuración de un red de comunicaciones entre dos PLC's industriales (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) y el control de temperatura mediante un controlador PID.

Los controladores lógicos programables o PLC's son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial. Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial. Hoy en día, los PLC's no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y



procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas o manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional Integral y Derivativo). Los PLC's actuales además pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

1.2. Origen y justificación del proyecto

En la actualidad la función de comunicaciones está directamente asociada al concepto de automatización. Las comunicaciones industriales están al servicio de la función o estación de control, para ayudarle a recibir o llevar todas las señales de entradas y salidas que esta necesita para procesar la estrategia de control a seguir. Lo anterior, ocasiona que el sistema de comunicaciones utilizado tenga dos funciones a cumplir: Una orientada a soportar la función de control (prioritaria y determinista) y la otra orientada al servicio de mantenimiento y operación del sistema de automatización y a la adquisición de datos de producción (prioritarias, no deterministas). Es decir, pueden fallar las comunicaciones para la gestión del sistema de automatización, pero no las que soportan la función o estación de control (se detendrá la producción si fallan). Estas dos necesidades se resuelven implementando redes de comunicaciones de alto desempeño.

Por otro lado, la idea de utilizar autómatas programables en el sector industrial está cada vez más extendida, ya que con ellos es posible controlar procesos que antes requerían uno o varios operarios. Estos autómatas han experimentado un gran desarrollo en la industria, debido a que son necesarios nuevos elementos para conseguir automatizar diferentes tareas cada vez más complejas, por lo que han aparecido nuevas herramientas tales como controladores o interfaces, entre otras. No hay que olvidar que el autómata programable es un aparato electrónico



programable por un usuario programador y destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos secuenciales.

Debido a esto y aunando estas dos ideas generales, surge este proyecto final de carrera, cuyo fin es la implementación mediante PLC's del control remoto de temperatura de un secador de pelo convencional.

1.3. Objetivos

De acuerdo con la justificación del punto anterior, el objetivo de este trabajo se centra en:

- Implementar un control mediante un PID implementado en un autómata programable
- Realizar dicho control mediante otro autómata programable remoto conectado a través de Ethernet.

Para ello ha sido necesario realizar la configuración de la red de comunicaciones y del controlador PID. Además, se ha diseñado una herramienta de control para facilitar el mismo mediante una interfaz de usuario (SCADA).



1.4. Contenido de la memoria

El material contenido en este proyecto final de carrera se organiza por capítulos como sigue:

- Capítulo 2.- El capítulo 3 se hará mención de los tipos de controladores que se utilizan actualmente. Se hará una revisión de cada uno de ellos, explicando las ventajas y desventajas que presentan cada tipo. Una vez hecho esto, se explicará el controlador utilizado para el control de la temperatura del secador.
- Capítulo 3.- En este capítulo se estudiarán los diferentes tipos de comunicaciones industriales que existen actualmente. Para ello, se explicarán las características de cada uno de ellos, así como el tipo implementado en este proyecto, que no es otro que la comunicación Ethernet.
- Capítulo 4.- Este capítulo reunirá toda la información referente al controlador PID. Esto es, la configuración del controlador propuesto en el autómata programable. En él se describirán los requisitos necesarios del sistema, la plataforma experimental empleada, y la configuración y programación del PLC, entre otras.
- Capítulo 5.- Este capítulo está dedicado a la configuración de las comunicaciones de ambos autómatas programables. En él se describen las principales funciones y el tipo de comunicación.
- Capítulo 6.- En este capítulo se presentarán los resultados experimentales obtenidos en este proyecto.



- Capítulo 7.- En el último capítulo de este proyecto se valorarán las principales conclusiones, y se presentará una perspectiva de futuras mejoras posibles.
- Anexo 1.- En el anexo 1 se incluirá el documento exportado de los propios PLC's que incluyen todos los parámetros de configuración, programación, variables, etc.



2. CONTROLADORES PID

2.1. Introducción

El control automático ha tenido un rápido desarrollo en los últimos años. Históricamente, ya las primeras estructuras de control se basaban en la filosofía *PID*. Sin embargo, no fue hasta el trabajo de Minorsky en 1922 [1], sobre conducción de barcos, cuando el control *PID* cobró verdadera importancia teórica.

Hoy en día, a pesar de la abundancia de sofisticadas herramientas y métodos avanzados de control, el controlador PID es aún el más ampliamente utilizado en la industria moderna, controlando más del 90% de los procesos industriales en lazo cerrado. Esto se debe a que la estructura de un controlador PID es simple, aunque su simpleza es también su debilidad, dado que limita el rango de sistemas que puede controlar de forma satisfactoria. No obstante, en una gran parte de los



casos de aplicación industrial, el viejo controlador PID es más que suficiente para los requisitos de control deseados. Este hecho, junto con el buen conocimiento que se tiene de su comportamiento, hace que a día de hoy continúe siendo uno de los controladores más populares y empleados en la industria [2].

2.2. Tipos de controladores PID

2.2.1. Estructura controlador PID

La expresión general de un controlador *PID* es:

$$C(s) = k_p + \frac{k_i}{s} + k_d s, \quad (2.1)$$

la cual ha sido ampliamente utilizada en procesos industriales debido a su simplicidad y rendimiento, siendo con diferencia el controlador más extendido en uso hoy en día.

Las siglas *PID* significan Proporcional (*P*), Integral (*I*) y Derivada (*D*), por lo que este tipo de controladores son capaces de realizar 3 acciones diferentes de control. Estas acciones se pueden combinar para dar lugar a diferentes controladores, denominados *P*, *I*, *PI*, *PD* y *PID*, que a su vez hacen referencia al tipo de controlador. A continuación se explicará con mayor detalle cada una de estas acciones.

2.2.1.1. Controlador P

El control P realiza una acción de control proporcional. Se basa en la relación entre la señal de salida del controlador $u(t)$ y la señal de error $e(t)$:

$$u(t) = K_p e(t) \quad (2.2)$$

También puede verse la función de transferencia equivalente en el dominio de la frecuencia, aplicando la transformada de Laplace

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \quad (2.3)$$

donde K_p se considera la ganancia proporcional.

Este tipo de controlador se puede ver como un amplificador con una ganancia ajustable, y su representación gráfica es la mostrada en figura 2.1.

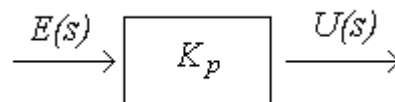


Fig. 2.1.- Diagrama de bloques de un controlador proporcional

Los controladores proporcionales son capaces de controlar cualquier planta estable, pero presentan varios inconvenientes, entre los que cabe destacar el error de off-set en régimen permanente, por lo que se hace limitada su aplicación en el sector industrial.

2.2.1.2. Controlador I

Este controlador realiza una acción de control integral. El valor de la salida del controlador $u(t)$ se cambia a una razón proporcional a la señal de error $e(t)$, es decir:

$$\frac{\partial u(t)}{\partial t} = K_i e(t) \quad (2.4)$$

o bien:

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t) \partial t \quad (2.5)$$

donde K_i es una constante ajustable.

La función de transferencia en el dominio de Laplace es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s} \quad (2.6)$$

La principal ventaja de esta acción de control es que permite cancelar el error en estado estacionario. La representación en diagrama de bloques de este controlador puede verse en la figura 2.2.

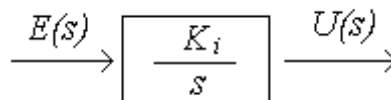


Fig. 2.2.- Diagrama de bloques de un controlador integral

2.2.1.3. Controlador PI

Como su nombre indica, este controlador aplica tanto la acción proporcional como la acción integral. Dicha acción se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt \quad (2.7)$$

y su equivalente en función de transferencia en el dominio de Laplace:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (2.8)$$

donde:

K_p = Ganancia proporcional

T_i = Tiempo integral

Ambos parámetros son ajustables; el tiempo integral ajusta la acción de control integral, mientras que un cambio en el valor de la ganancia proporcional, afecta las partes integral y proporcional de la acción de control. El inverso de T_i se denomina velocidad de reajuste, y esta indica la cantidad de veces por minuto que se duplica la parte proporcional de la acción de control. Su representación en diagrama de bloques es el mostrado en la figura 2.3.

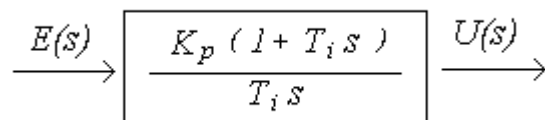


Fig. 2.3.- Diagrama de bloques de un controlador PI

Muchos controladores industriales tienen sólo acción *PI*. Éstos se utilizan generalmente cuando se desea mejorar el error en estado estacionario. Como inconveniente, este tipo de controlador hace que los sistemas se vuelvan más oscilatorios, y si no se ajusta correctamente, el sistema puede llegar a hacerse inestable.

2.2.1.4. Controlador PD

En este caso, las acciones que aplica este controlador son la acción proporcional y la acción derivativa. Por tanto, la acción final se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_p \frac{\partial e(t)}{\partial t} \quad (2.9)$$

y su función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s) \quad (2.10)$$

donde:

K_p = Ganancia proporcional

T_d = Tiempo derivativo

La representación en diagrama de bloques es la mostrada en la figura 2.4.

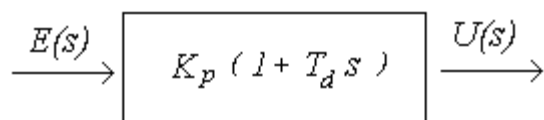


Fig. 2.4. Diagrama de bloques de un controlador *PD*



Cuando una acción de control derivativa se agrega a un controlador proporcional, permite obtener un controlador de alta sensibilidad, es decir, que responde a la velocidad del cambio del error y produce una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande. Aunque el control derivativo no afecta en forma directa al error en estado estacionario, añade amortiguamiento al sistema y, por tanto, permite un valor más grande que la ganancia K , lo cual provoca una mejora en la precisión en estado estable.

2.2.1.5. Controlador PID

Este controlador es el resultado de la unión entre un controlador PI y un PD . Como consecuencia de esto, la acción aplicada es la suma de la acción proporcional, la acción integral y la acción derivativa. Su ecuación viene dada por:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{\partial e(t)}{\partial t} \quad (2.11)$$

y su función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (2.12)$$

donde:

K_p = Ganancia proporcional

T_i = Tiempo integral

T_d = Tiempo derivativo

Su representación en diagrama de bloques se muestra en la figura 2.5.

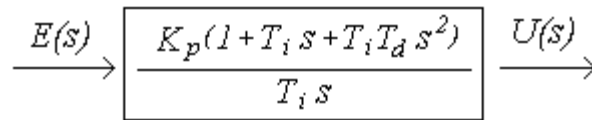


Fig. 2.5. Diagrama de bloques de un controlador *PID*

Este tipo de controladores presenta las ventajas de cada uno de ellos individualmente, por lo que es el más extendido en la industria.

Cabe destacar que la familia de controladores de estructura fija o controladores *PID*, ha mostrado ser robusta y extremadamente beneficiosa en el control de muchas aplicaciones de importancia en la industria.



3. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

3.1. Introducción

La comunicación en las plantas industriales se ha hecho imprescindible en la industria moderna. Muchos sistemas están conformados por equipos de diferentes fabricantes y funcionan en diferentes niveles de automatización. Pese a que puedan estar distanciados entre sí, a menudo se desea que trabajen de forma coordinada para un resultado satisfactorio del proceso. El objetivo principal es la comunicación totalmente integrada en el sistema [3].

En los últimos años, las aplicaciones industriales basadas en comunicación digital se han incrementado haciendo posible la conexión de sensores, actuadores y equipos de control en una planta de procesamiento. De esta manera, la



comunicación entre la sala de control y los instrumentos de campo se han convertido en realidad. La comunicación digital debe integrar la información provista por los elementos de campo en el sistema de control de procesos.

En la industria coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc. El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades. Las ventajas que se aportan con una red industrial son, entre otras:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo
- Toma de datos del proceso más rápida o instantánea
- Mejora del rendimiento general de todo el proceso
- Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso
- Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica

En una red industrial coexistirán dispositivos de todo tipo, los cuáles suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. Tradicionalmente se definen cuatro niveles dentro de una red industrial:

- **Nivel de gestión:** es el más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo y el área de gestión.
- **Nivel de control:** se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas programables de gama alta y ordenadores dedicados al diseño, control, programación, etc.
- **Nivel de campo y proceso:** se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc) dentro de sub-redes o “islas”. En el nivel más alto de estas redes



se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo tradicionales, aunque también tienen cabida redes superiores como Ethernet Industrial bajo ciertas premisas que aseguren el determinismo en la red.

- **Nivel de E/S:** es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión. Se tratan de sustituir los sistemas de cableado tradicionales por buses de campo de prestaciones sencillas y sistemas de periferia descentralizada.

Esta estructura, sin embargo no es universal, habrá casos en los que conste de un número mayor o menor de niveles, dependiendo del tamaño del proceso y la propia industria.

3.2. Comunicaciones Industriales

Las comunicaciones industriales son aquellas que permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, otros controladores... Los procesos a automatizar acostumbran a tener un tamaño importante y este hecho provoca que exista una gran cantidad de cables entre el autómata y los sensores y actuadores.

Existen diferentes maneras de comunicar los diferentes dispositivos dependiendo de la complejidad de la red creada y/o el presupuesto destinado a su creación. A continuación se muestran los métodos de cableado más usuales.



3.3. Sistemas de cableado

Los primeros autómatas se cableaban hilo a hilo directamente a los borneros de los módulos de entrada y salida (cableado clásico). Este método presentaba numerosos inconvenientes que se expondrán a continuación. Actualmente existen diferentes alternativas, debidas principalmente a los avances tecnológicos conseguidos: [4]

- Cableado mediante bases de precableado
- Entradas y salidas distribuidas
- Buses de campo

3.3.1. Cableado clásico

Los captadores se cablean hilo a hilo a las entradas del autómata por borneros de tornillos y las salidas se cablean a los preactuadores, normalmente en el propio armario del autómata. De este armario saldrá también el cableado de potencia para los diversos actuadores. Este método presenta diferentes problemas debido a la longitud excesiva del cableado (con las consiguientes caídas de tensión que provoca) y el ruido producido entre los cables de potencia y de señal. [4]

Los cables de sensores y captadores se llevan a cajas de campo donde se cablean en borneros, de donde salen mangueras de cables hacia el armario.

3.3.2. Sistemas de precableado

Existen autómatas de pequeño tamaño que admiten módulos de entrada y salida de alta densidad. Estos módulos tienen una serie de conectores (diferentes a los borneros) donde se enchufan unos cables de conexión que en el otro extremo se conectan a unas bases de precableado a tornillo, donde se pueden conectar los cables de captadores y preaccionadores. Los cables que unen las bases de precableado con los módulos del autómata son realmente una manguera de cables. [4].

No obstante, se sigue teniendo el problema de la existencia de las mangueras de cables que van conectadas a las bases de precableado.



Fig. 3.1.- Base de precableado

3.3.3. Entradas y salidas distribuidas

Las distancias que existen en una planta industrial entre detectores, actuadores y controladores pueden llegar a ser muy importantes. Por ese motivo se colocan cajas de entradas y salidas distribuidas a lo largo de la instalación, con las que el autómata se comunica mediante un módulo de comunicaciones. Estas cajas se sitúan cerca del proceso a controlar y si es posible en la propia máquina. De esta manera se consigue que los cables de los sensores sean más cortos y que los preaccionadores estén más cerca de los accionadores. Esto también



provoca que los cables de potencia sean más cortos, disminuyendo las posibles perturbaciones en los cables de señal y evitando las caídas de tensión [4].

Hay que decir que el cableado de captadores y accionadores a nivel local sigue siendo igual de complicado que en el cableado clásico.

3.3.4. Buses de campo

A finales de los 80 y sobre todo en los 90 aparecen en el mercado nuevas opciones de comunicación, los buses de campo. Estos buses permiten conectar los captadores y accionadores al autómata con un solo cable de comunicación. Las modificaciones y ampliaciones de las instalaciones se pueden realizar fácilmente sólo con ampliar el cable del bus y conectar los nuevos componentes.

Este tipo de comunicación permite ir más allá que la simple conexión con actuadores o captadores de tipo "todo o nada" o de tipo analógico, además permite conectar los dispositivos llamados inteligentes. Estos dispositivos pueden ser variadores de velocidad, controladores de robot, arrancadores, reguladores PID, terminales de visualización, ordenadores industriales... El intercambio de información requerido es del orden de Kbytes. o Mbytes. Un envío de información de este tipo se realiza en pequeños paquetes por medio de las funciones suministradas por el protocolo de comunicación usado. [4]

Los buses de campo han favorecido las comunicaciones industriales como las conocemos hoy en día. Gracias a estos avances es posible la fabricación flexible y los sistemas de producción integrados como los llamados CIM (Computer Integrated Manufacturing).

A continuación se presentan las características propias de los buses de campo, así como sus ventajas respecto los otros sistemas mencionados.

Servicios que debe proporcionar	Ventajas respecto otros sistemas de comunicación
<ul style="list-style-type: none">• Respuesta rápida a mensajes cortos.• Alta fiabilidad del método de señalización y del medio.• Una red mantenible y ampliable por el personal de la planta.• Una red que pueda ser conectada al sistema de comunicaciones principal de la empresa.• Conectabilidad a diferentes componentes de distintas marcas.	<ul style="list-style-type: none">• Reducción del cableado.• Mayor precisión.• Diagnóstico de instrumentos de campo.• Transmisión digital.• Calibración remota.• Mecanismos fiables de certificación.• Reducción del ciclo de puesta en marcha de un sistema.• Operación en tiempo real.

Tabla 1.- Propiedades de los buses de campo

3.4. Tipos de buses de campo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción [5].

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional conexasiónado punto a punto.

A continuación se expondrán algunos de los tipos de buses de campo más utilizados actualmente en el mercado. Para unir redes con otras de un nivel superior se usan las llamadas pasarelas.

3.4.1. AS-i (Actuator-Sensor Interface)

AS-i es un bus muy simple para conectar sensores y actuadores binarios con un PLC de manera económica. Típicamente se habla de un ahorro de entre el 15 y 40 % respecto al cableado tradicional. Usa un sistema de comunicación maestro/esclavo y la configuración de los nodos esclavos se realiza desde el maestro, usando el mismo bus, que es de topología libre.

Fue creado por el AS-i Consortium en 1993. Una de sus características principales es el tipo de cableado que utiliza llamado Flat Yellow Cable (figura 4.6). Este cable incluye dos hilos que incorpora conjuntamente la señal de alimentación (+30 V.) y la señal de control. [6]

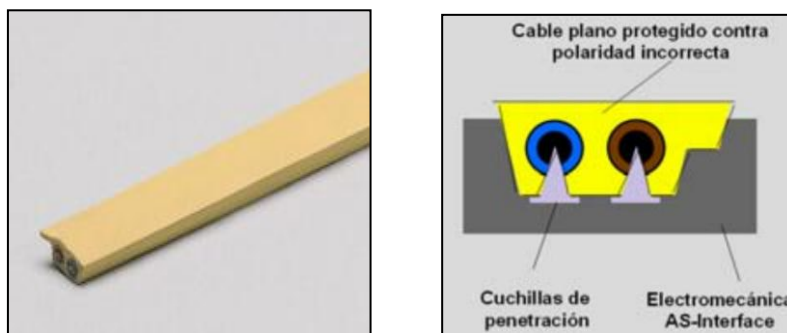


Fig. 3.2: Conexión Flat Yellow Cable

Características principales:

Longitud máxima 100 m (300 m. con repetidores)

Comunicaciones maestro-esclavo, con un máximo de 31 esclavos y un solo maestro.

- La velocidad de transferencia (Baudrate) es de 167 Kbit/s.
- Tiempo de ciclo máximo (con 31 esclavos): 5 ms.
- Mensajes: 8 bits (4 de entrada y 4 de salida) por nodo y mensaje, con un formato tipo Strobining. Este consiste en que el maestro vaya preguntando uno por uno a los esclavos si quieren enviar un mensaje y esperando la respuesta.
- Admite cualquier topología de red (anillo, bus, estrella, rama, árbol).



Ventajas: Su extrema simplicidad, el coste bajo, está mundialmente aceptado, alta velocidad, alimentación disponible en la red.

Inconvenientes: Pobrementemente equipado para conectar entradas/salidas analógicas, tamaño de la red limitado.

3.4.2. CAN (Control Area Network)

Este sistema fue diseñado originariamente por Bosch (1986) para su uso dentro de los automóviles reduciendo la cantidad de hilos conductores a principios de 1980. Actualmente se usa como bus multi-maestro para conectar dispositivos inteligentes de todo tipo (robots, ascensores, equipamiento médico,...)

Esta estandarizado como ISO 11898-1 en 1993. Sólo define el protocolo hasta la capa 2 de enlace. Sobre CAN se han desarrollado otros protocolos como: DeviceNet y CANOpen. [7]

Para la transmisión de datos no se direccionan los nodos, sino que el contenido del mensaje incorpora un identificador que es único en la red. Los mensajes tienen un formato broadcast (productor/consumidor). El identificador define el contenido y la prioridad del mensaje. Así la competición por el acceso al bus se basa en la prioridad dada en el identificador.

Las velocidades de transmisión van de 50 Kbit/s. (distancia 1m.) a 1Mbit/s. (distancia 40m.) con un volumen de información de 64 bits de datos de usuario.

Se explicará cada tipo de protocolo a continuación.



- DeviceNet

Impulsado por Allen Bradley en 1994 se implementa un protocolo de la capa 7 (aplicación) orientada a la conexión, sobre un protocolo CAN. Se trata de un link de comunicaciones de bajo coste que conecta dispositivos industriales a la red y elimina los caros cableados a mano. [8]

Características principales:

- Permite escoger velocidades de transmisión: 125 Kbit/s. (500 m.), 250 Kbit/s. (250 m.) y 500 Kbit/s. (100m.).
- Puede tener hasta 64 nodos
- Tamaño máximo del mensaje: 8 bytes de información por nodo y por mensaje.
- Formato de mensaje: polling, strobing, change-of-state, cyclic, productor/consumidor
- Topología lineal, con datos y alimentación proporcionada para el mismo bus

Ventajas: Bajo coste, gran aceptación, alta fiabilidad y uso eficiente del ancho de banda, alimentación disponible en la red.

Inconvenientes: Ancho de banda limitado, así como el tamaño de los mensajes y la longitud de la red.

La asociación que se encarga de dar soporte a este protocolo es la Open Devicenet Vendor Association (ODVA). [9]



- CANOpen

Se originó en el 1993 para el mundo de la automoción. Es un concepto de red basado en un sistema de bus serie CAN (Controller Area Network) y la capa de aplicación CAL (CAN Application Layer). Sus ventajas principales son su simplicidad, alta fiabilidad de transmisión y tiempos de reacción extremadamente cortos. [10]

Características principales:

- Distancia: 100 a 500 m.
- Puede tener hasta 64 nodos
- Velocidades de transmisión: 125, 250, 500 y 1000 Kbit/s.
- Puede enviar mensajes de 8 bytes como máximo por nodo y por mensaje.
- Formato de los mensajes: polling, strobing, change-of-state, cyclic y otros.

Ventajas:

- Mejor caracterizado para control de movimiento de alta velocidad así como para lazos de realimentación cerrados que otros buses CAN.
- Alta fiabilidad, uso eficiente del ancho de banda de la red y alimentación disponible en la misma.

Inconvenientes:

- Aceptación limitada fuera de Europa
- Limitación de ancho de banda, tamaño de los mensajes y longitud máxima de la red.

3.4.3. Profibus (Process Field Bus)

Es un estándar abierto, independiente de un vendedor en concreto. Se ha estandarizado en las normas europeas EN 50170 y EN 50254. Fue desarrollado en el año 1989 por el gobierno alemán junto con empresas del sector de la automatización. [11]

Consta de tres formatos compatibles:

1. PROFIBUS DP (Distributed Peripherals). Alta velocidad, precio económico y transferencia de pequeñas cantidades de datos. Estructura maestro-esclavo clásica. Es el más difundido y se usa a nivel de campo o célula. Actúa a nivel de campo.



Fig. 3.3.- Aplicación de profibus DP

2. PROFIBUS PA (Process Automation). Como DP pero adaptado a zonas intrínsecamente seguras, es decir, para ambientes peligrosos y con riesgo de explosión. También actúa a nivel de campo.
3. PROFIBUS FMS (Fieldbus Messages Specifications). De propósito general, supervisión y configuración. Es multi-maestro (paso de testimonio entre maestros, maestro-esclavo con los demás dispositivos). Se usa a nivel de planta o célula.



Características principales:

- Longitud máxima: 9 Km. con medio eléctrico, 150 Km. con fibra óptica de vidrio, 150 m. con infrarrojo. Puede tener hasta 126 nodos
- Velocidad de transmisión entre 9.6 Kbit/s. y 12 Mbit/s.
- Puede transferir un máximo de 244 bytes de información por nodo y ciclo.
- Topología: estrella, árbol, anillo y anillo redundante.
- Formato de los mensajes: polling, peer-to-peer

Ventajas: Es el estándar más aceptado a nivel mundial, sobretodo en Europa pero también utilizado en Norteamérica, Sudamérica, partes de África y Asia. Con las tres versiones DP, FMS y PA quedan cubiertas la casi totalidad de las aplicaciones de la automática.

Inconvenientes: para mensajes cortos es poco efectivo ya que el mensaje lleva una parte muy importante de direccionamiento, no lleva la alimentación incorporada, ligeramente más caro que otros buses.

3.4.4. Interbus

Se originó en Phoenix Contact en 1984. Usa una estructura maestroesclavo para acceder al medio, más un sistema de "suma de tramas" (summation-frame) que envía todas las respuestas en un solo telegrama. El medio más usado es un anillo sobre cableado RS-485 utilizado para hacer conexiones punto a punto. Interbus tiene el estándar DIN 19258. [12]

Características principales:

- Distancia: 400 m. por segmento y 12.8 Km. en total.
- Número máximo de nodos: 256
- Velocidad de transmisión: 500 Kbit/s.
- Tamaño del mensaje: 512 bytes de información por nodo.



Ventajas: La capacidad de autodireccionarse hace que las puestas en marcha sean muy fáciles, capacidad de diagnóstico extensivo, aceptación amplia en todo el mundo (especialmente en Europa), respuesta rápida y uso eficiente del ancho de banda, junto con alimentación para dispositivos de entrada.

Inconvenientes: Una conexión fallida incapacita todo la red, capacidad limitada para transferir grandes cantidades de información.

3.4.5. Ethernet

Ethernet industrial es el nombre dado a la utilización del protocolo Ethernet en un entorno industrial, de automatización y control de máquinas de producción. Se aplica este nombre al análisis, producción, proceso y control enfocado a la industria.

Debido a que es el tipo de comunicación que se aplica en este proyecto, se dedicará un punto siguiente para su completo entendimiento.

3.5. Ethernet Industrial

Ethernet es una especificación para redes de área local que comprende el nivel físico y el nivel de enlace del modelo de referencia ISO/OSI. Se implementa en principio sobre una topología bus serie con mecanismo CSMA/CD para el control del acceso al medio (MAC).



Fue desarrollada inicialmente por Xerox Corporation con el apoyo de Intel Corporation y Digital Equipment Corporation, y ha sido la base para el desarrollo del estándar IEEE 802.3 que difiere ligeramente de la especificación Ethernet. [13]

Ethernet se ha convertido rápidamente en un estándar “de facto” por el gran número de equipos que existen en el mercado y la gran cantidad de software desarrollado para esta red.

Se implementaba originalmente sobre cable coaxial, codificándose la señal en banda base mediante el código Manchester. Sin embargo, se han desarrollado especificaciones para que la red Ethernet se pueda implementar sobre otros soportes físicos: par trenzado, fibra óptica, etc. y soportando mayores velocidades de transmisión. Es más, el original control de acceso al medio CSMA/CD ha sido prácticamente desplazado por las técnicas de conmutación (Ethernet conmutada), que agilizan el tráfico de la red, aumentan el ancho de banda de transmisión disponible, aumenta el número de nodos que se pueden conectar a una misma red local y minimizan tanto la posibilidad de pérdida de mensajes como el retardo de propagación de estos hacia su destino. Este hecho ha provocado que Ethernet se haya incorporado definitivamente al entorno industrial como un medio de transmisión fiable, rápido y prácticamente determinista.

Como para el protocolo Profibus, también existen diferentes versiones de Ethernet según la velocidad de transmisión:

- 10Base-T (10 Mbit/s.)
- Fast Ethernet (100 Mbit/s.)
- Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s., aún en pruebas). [14]

Características principales:

- Distancia: de 100 (para 10Base-T) a 50 Km (usando fibra óptica).
- Número máximo de nodos: 1024, extensible con routers.
- Velocidad de transmisión: 10 Mbit/s. a 100 Mbit/s.
- Tamaño del mensaje: 46 a 1500 bytes.
- Formato del mensaje: peer-to-peer.

Ventajas: Es el estándar de red más reconocido internacionalmente. Puede tratar con grandes cantidades de información a una velocidad muy rápida sirviendo para instalaciones muy grandes.

Inconvenientes: Para mensajes con poca información no es eficiente, no lleva la alimentación incorporada, los conectores (RJ45) son vulnerables físicamente. No tiene la propiedad de determinismo por el que los buses de campo pueden asegurar las respuesta de la red para cada carga.



Fig. 3.4: Conector RJ45

Ethernet y TCP/IP (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol) son dos conceptos distintos pero que se suelen utilizar conjuntamente, Internet es una aplicación de TCP/IP, pero es solo un caso y existen muchas otras muy diferentes.

- TCP/IP se desarrollo en la Universidad de Stanford en 1970 y consiste en un conjunto de protocolos que pueden funcionar sobre diversos medios físicos, cubrirían entre el nivel 3 y 7 de la torre OSI (pero no son OSI). Por ejemplo si estamos bajando un documento en formato pdf podemos ver



como la velocidad de transmisión va variando dependiendo de los niveles de tráfico de la red. TCP/IP es el que se encarga de dividir la información en diferentes paquetes durante la transmisión y luego los reúne.

- Ethernet es un estándar de comunicaciones que incluye los niveles OSI 1 y 2. La red Ethernet tiene como aplicación básica la gestión e información global de un sistema automatizado. Se situaría en el nivel más alto y sirve de lazo de comunicación entre los dispositivos de gestión central ("sala de control") con los autómatas principales, que a su vez se conectarán con otros autómatas de más bajo nivel, con lo que se puede obtener datos de la planta.

Montando TCP/IP sobre Ethernet se obtiene un sistema de comunicaciones completo. Ethernet industrial es la aplicación de la tecnología LANs al campo de la automatización. El objetivo es sustituir los existentes buses de campo por dispositivos de comunicaciones compatibles con Ethernet. De esta manera la misma LAN de la oficina se puede aplicar en otros niveles de la jerarquía de control.



4. CONFIGURACIÓN DEL CONTROLADOR PID PARA EL CONTROL TÉRMICO DE UN SECADOR

4.1. Introducción

En este capítulo, se determinan las configuraciones de los diferentes equipos utilizados para la implementación del control de temperatura remoto de un secador de pelo. En este caso, se deben configurar un PLC (denominado a partir de ahora PLC esclavo), y una planta experimental. Como se citó con anterioridad, la planta a controlar se trata de un secador de pelo convencional. A continuación se explica la organización de este capítulo.

En la sección 4.2 se especifican los requerimientos del sistema. En particular, este sistema presenta dos dispositivos; uno de ellos es la planta experimental y el otro se trata del autómata programable esclavo. En la sección 4.3 se exponen las especificaciones de la planta experimental, así como su funcionamiento. A continuación, en la sección 4.4, se especifica el autómata esclavo utilizado, y se indican todos los pasos llevados a cabo para su configuración.

4.2. Requerimientos del sistema

Un sistema de control puede definirse como un conjunto de dispositivos que colaboran en la realización de una tarea determinada. Para este caso, los dispositivos de los que consta el sistema son un autómata programable y una planta experimental, y cuya tarea a realizar consiste en el control de temperatura de la planta mediante un controlador PID. Dicho sistema viene representado en la figura 4.1.

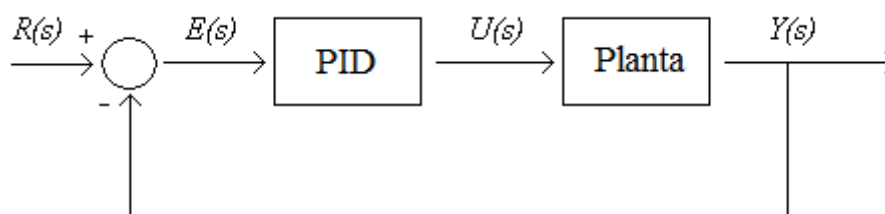


Fig. 4.1.- Diagrama de bloques del sistema completo

Como puede verse en la figura 4.1, se trata de un sistema de control en lazo cerrado, también denominado sistema realimentado. Este tipo de sistemas presentan ventajas significativas frente a los sistemas en lazo abierto, entre las cabe destacar la robustez que presenta ante pequeñas perturbaciones.

Para el caso que nos atañe, se ha utilizado un controlador implementado en el autómata programable, por lo que se podría sustituirse como sigue en la siguiente figura (Fig. 4.2):

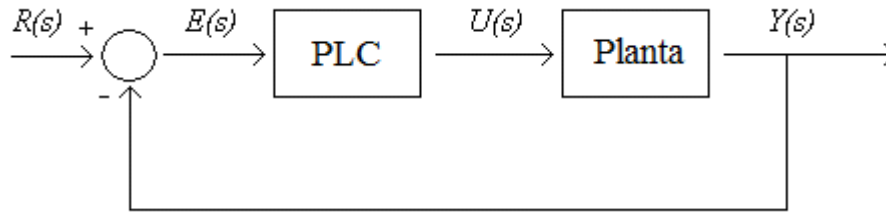


Fig. 4.2.- Diagrama de bloques del sistema completo mediante PLC

Por lo tanto, para poder realizar el sistema de control de este proyecto es necesario:

- *Autómata programable.* Para este proyecto se ha utilizado un autómata programable de la marca SCHENIDER, más concretamente el MODICON de la familia PREMIUM. Dicho autómata presenta la CPU P57 104M cuyas propiedades se citan a continuación:

Memoria de trabajo 256KB;

- 512 Entradas/salidas digitales
- 24 Entradas/salidas analógicas
- 8 canales específicos de la aplicación; cada módulo específico de la aplicación (contaje, control de movimiento, enlace serie o pesaje) está compuesto
- por uno o varios canales específicos
- 2 slot para tarjeta PCMCIA

- *Plataforma experimental.* Para la planta experimental se ha utilizado un secador de pelo convencional.

A continuación se explicarán con mayor detalle cada uno de los dispositivos utilizados, así como su configuración para conseguir el objetivo descrito.

4.3. Planta experimental

4.3.1. Características generales

La planta experimental utilizada en este proyecto es un secador de pelo comercial, cuya imagen se presenta en la siguiente figura 4.3.



Fig. 4.3.- Secador de pelo convencional

Se pueden apreciar las partes significativas en esta plataforma. Por una parte, como se ha mencionado en el apartado anterior, el sistema a controlar, esto es, el secador de pelo. Ésta se representa en la figura 4.4.



Fig. 4.4.- Secador de pelo experimental

Por otra parte y para conseguir el control de sistema, también se observa una placa de control para acceder al sensor de temperatura y a la resistencia

calefactora, y de esta forma cubrir las necesidades de control. Se muestra en la figura 4.5 las partes de control:

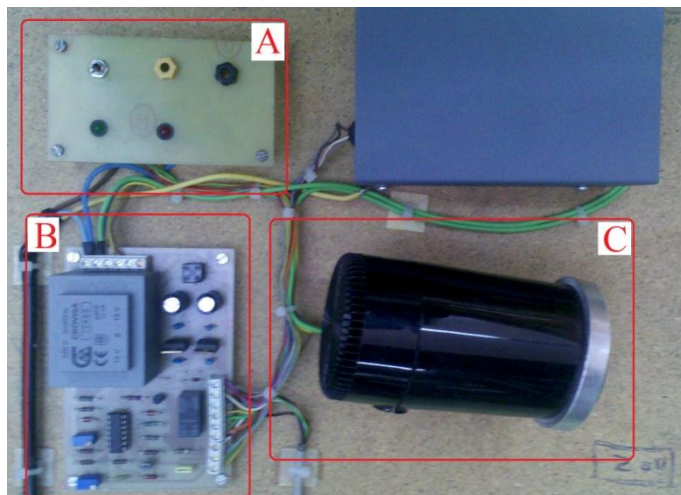


Fig. 4.5.- Placa de control

Estos bloques son:

- Bloque A: Placa principal. Presenta un interruptor para encender y apagar la plataforma experimental, así como una conexión para poder visualizar el valor de entrada (entrada analógica del módulo del PLC) en un osciloscopio.
- Bloque B: Integra la medida de temperatura y la medida de corriente.
 - Medida de temperatura: La temperatura del aire se registra en un circuito integrado mediante un sensor que da 10 mV por grado centígrado. Esta medida es posteriormente amplificada hasta 50 mV/°C.
 - Medida de corriente. La temperatura del aire expulsado por el secador se regula mediante un control PWM de la corriente que pasa por la resistencia del mismo. El control PWM da una potencia proporcional a la señal de control que se le introduzca, en este caso en corriente y entre los valores de 4 y 20 mA (por debajo de 4 mA no se alimenta la resistencia y por encima de 20 mA se encuentra a potencia nominal).

- Bloque C: Elemento a controlar. Se trata de un secador de pelo convencional.

4.3.2. Configuración de la planta experimental

En este caso no es necesario realizar ningún tipo de configuración de la planta experimental, ya que la maqueta no tiene ningún parámetro a configurar. Únicamente tener claro que, tanto el sensor de temperatura como la resistencia calefactora deben ser llevadas al autómata programable y realizar en éste la configuración adecuada. En el primer caso saber que se tendrá una entrada analógica de tensión al PLC esclavo, y en el segundo caso una salida analógica de corriente 4-20 mA desde el PLC esclavo.

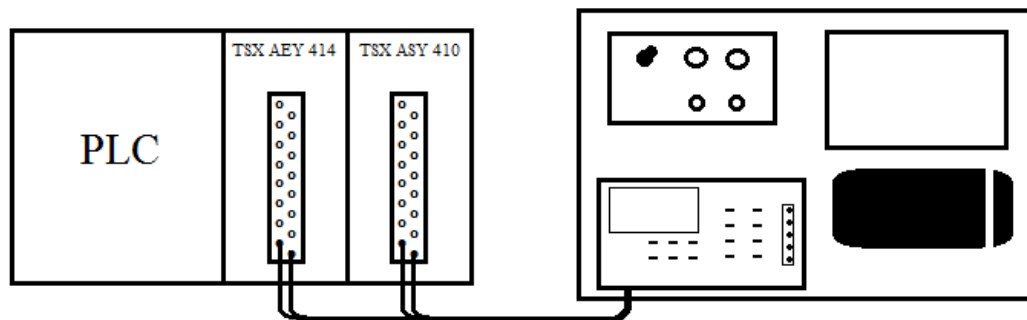


Fig. 4.6.- Esquema gráfico de conexión de la plataforma experimental

Una vez explicada la configuración de la planta experimental, se procede a analizar el otro dispositivo del sistema, los autómatas programables.

4.4. Autómatas programables

4.4.1. Características generales

El encargado de realizar el control de la planta, al igual que el encargado de gestionar las órdenes del operario será un autómata programable MODICON PREMIUM de la marca SCHNEIDER [15]. Éste se comunicará con otro PLC por medio de una red Ethernet configurada a continuación. Se muestra en la figura siguiente el PLC utilizado (Fig. 4.7):¹



Fig. 4.7.- Autómata programable MODICON PREMIUM de SCHNEIDER

Se aprecia en la figura 4.7 que el PLC consta de los siguientes módulos:

- *Fuente de alimentación.* Se trata de una fuente TSX PSY 2600M
- *Microprocesador.* Este PLC tiene CPU TSX P57 104M
- *Entradas digitales.* Este módulo es el TSX DEY 16FK
- *Salidas digitales.* En este caso es TSX DSY 16R5
- *Entradas analógicas.* Módulo TSX AEY 414
- *Salidas analógicas.* Presenta el módulo TSX ASY 410
- *Ethernet.* Módulo de comunicación Ethernet ETY 5103

Esta información es importante para configurar el PLC, como se verá más adelante.

¹.- Debido a que los dos PLC's son idénticos, las características generales que se explican serán comunes tanto para el autómata esclavo como para el maestro.

Es necesario utilizar un interfaz para poder comunicarse con el autómatas e interactuar con él. El interfaz utilizado es un PC capaz de entender las órdenes dadas por un usuario y transmitírselas al PLC, y viceversa. Para ello, hay que comunicar el PC con el autómatas. Para conseguir la comunicación entre estos dos dispositivos se utilizará el cable del puerto del terminal, referencia TSX PCX 1031. Éste es un cable basado en el protocolo RS-232. Permite realizar los procedimientos para cargar, descargar, vigilancia y otras funciones que múltiples puntos de comunicación de MODBUS. Las características principales de este adaptador son:

- Conector: RS-232 / mini DIN 8 pin(s)
- Protocolo puerto de comunicaciones:
 1. Modbus
 2. Uni-Telway
 3. Character mode
- Peso: 0.17 kg

En la figura 4.8 se aprecia el adaptador anteriormente descrito.



Fig. 4.8.- Cable TSX PCX 103

4.4.2. Configuración del PLC

Una vez conectado el cable TSX PCX 1031 entre el PC y el autómata, se puede proceder a la configuración del PLC.

4.4.2.1. Configuración hardware

Lo primero que se debe hacer es abrir el programa Unity Pro XL.² Una vez abierto, sobre la barra de herramientas, hacer clic en “Fichero→Nuevo”. Con esto se consigue crear un nuevo proyecto. Este proceso se muestra en la figura 4.9:

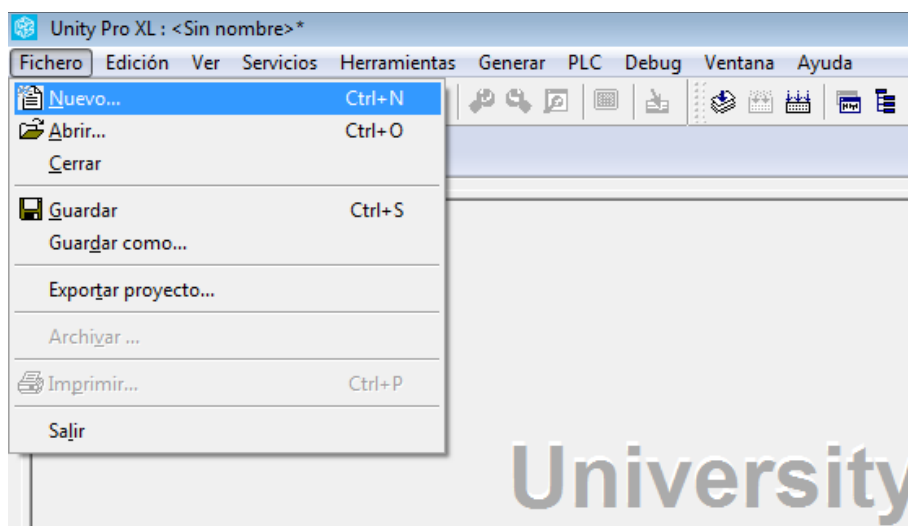


Fig. 4.9.- Creación de un nuevo proyecto

A continuación aparecerá una ventana como se muestra en la siguiente figura. En ella se pide elegir el tipo de PLC que se va a programar. En este caso, se elige la opción PREMIUM y, acto siguiente, se elige la CPU que presenta el autómata, que como se dijo con anterioridad es la CPU TSX P57 104M:

².- Debido a que los dos PLCs son idénticos, las características generales que se explican serán comunes tanto para el autómata esclavo como para el maestro.

CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE AUTÓMATAS PROGRAMABLES CONECTADOS POR ETHERNET

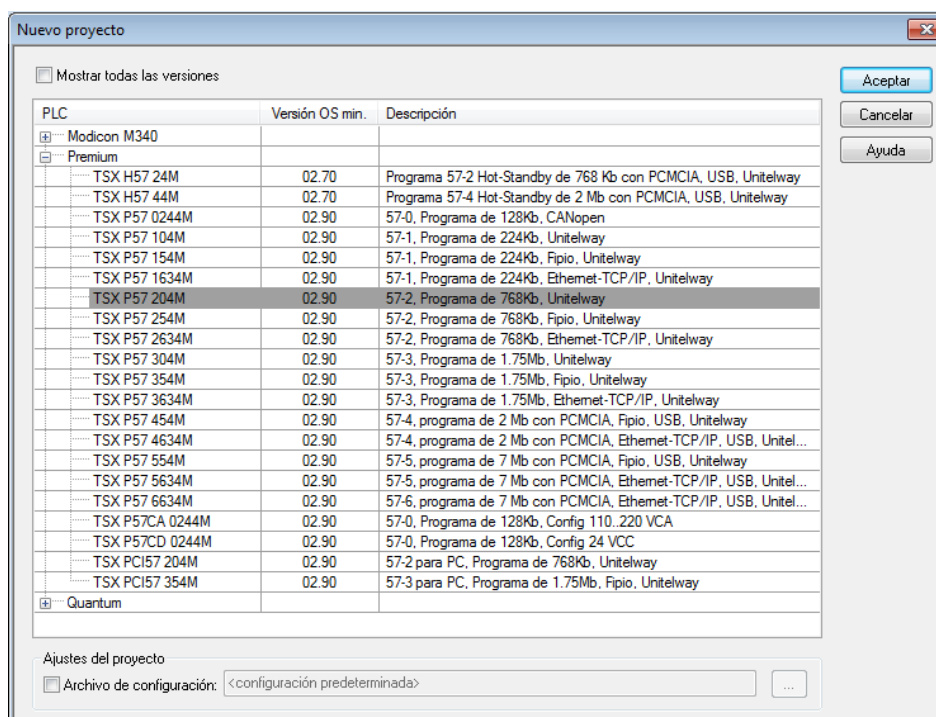


Fig. 4.10.- Nombre del proyecto

Hecho esto, se creará un proyecto con la CPU elegida. La ventana del proyecto queda como muestra la figura 4.11:

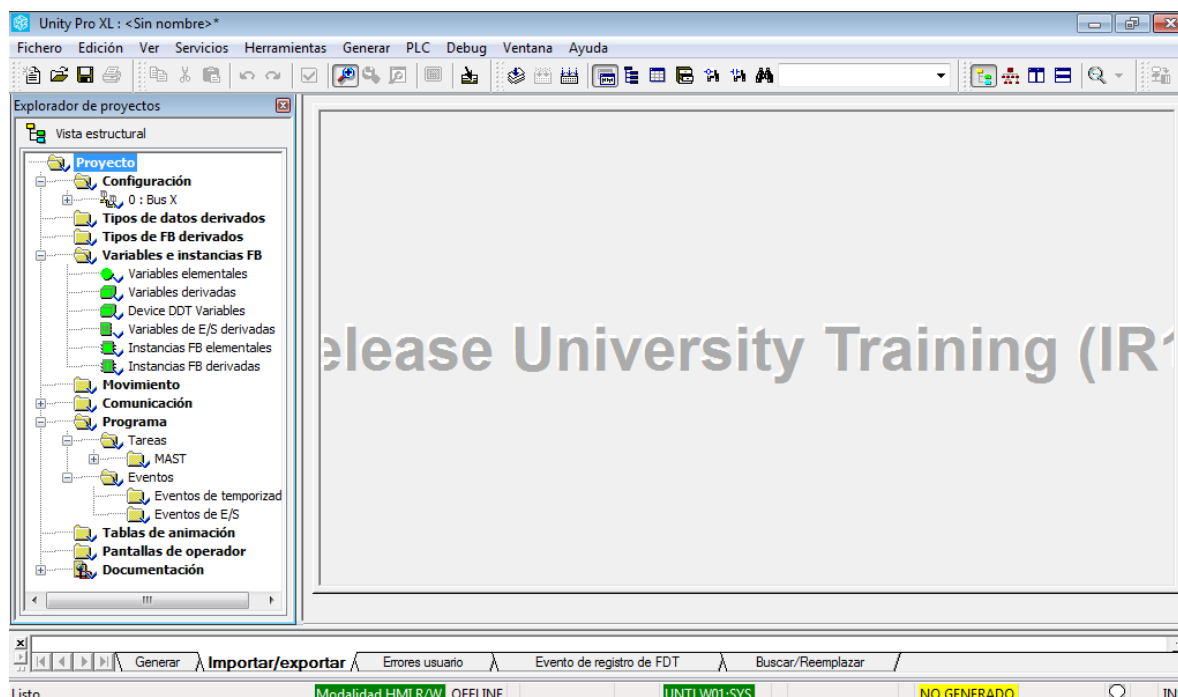


Fig. 4.11.-Ventana del proyecto

CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE AUTÓMATAS PROGRAMABLES CONECTADOS POR ETHERNET

Además de la CPU, aparecerá también un bastidor y una fuente de alimentación por defecto. Debido a la configuración que aparece, es necesario modificar el bastidor, ya que el que configura por defecto sólo tiene espacio para 4 módulos, y en nuestro caso tenemos 7. Para modificarlo, se hace doble clic sobre el módulo del bastidor, al cual se accede haciendo doble clic en el 0 que aparece a la izquierda como muestra la figura 4.12:

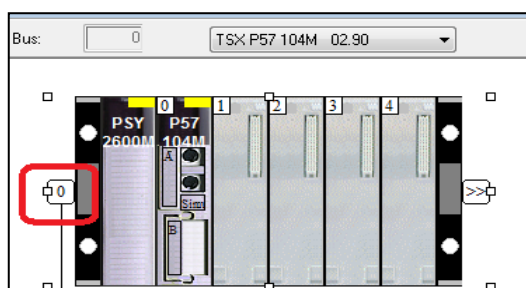


Fig. 4.12.- Ventana de configuración de módulos con bastidor de 6 posiciones

Una vez se haya accedido al bastidor, se cambia por otro extensible de 8 posiciones, como se aprecia en la figura 4.13:

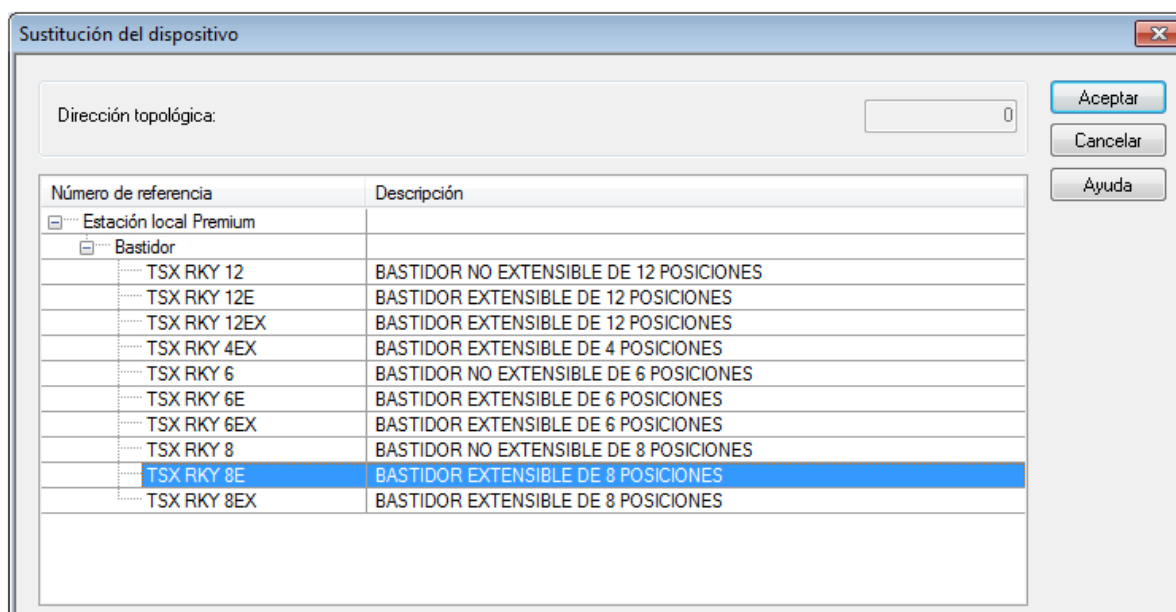


Fig. 4.13.- Ventana para sustitución del bastidor

Una vez creado el proyecto y cambiado el bastidor a uno acorde a nuestro equipo, únicamente queda introducir cada módulo del autómata. Para introducir

éstos módulos, se pincha sobre “Bus X” en el “Explorador de proyectos”. Aparecerá una ventana con el bastidor y los huecos para introducirlos:

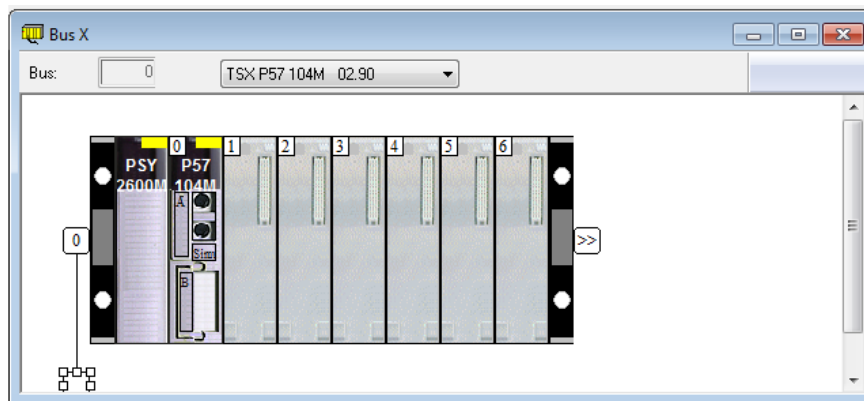


Fig. 4.14.- Ventana de configuración de módulos con bastidor de 8 posiciones

Para agregarlos, solo hay que hacer doble clic en cada módulo. La configuración debe ser:

- Slot 1.- TSX DEY 16FK
- Slot 2.- TSX DSY 16R5
- Slot 3.- TSX AEY 414
- Slot 4.- TSX ASY 410
- Slot 5.- TSX ETY 5103

Con todos los equipos insertados, el bastidor tiene que quedar de la siguiente manera (Fig. 4.15):

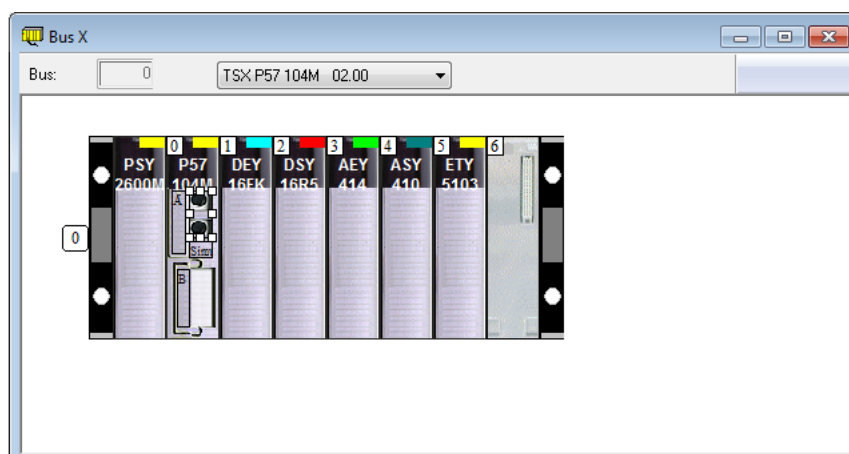


Fig. 4.15.- Configuración de módulos final



En este punto, ya se ha conseguido la configuración hardware del autómata, por lo que se podría transferir el proyecto al PLC y ver si se produce algún error. Ya que todavía no se ha realizado ningún tipo de programación, si existiera algún error, este sería de hardware, por lo que se deberían repasar los pasos seguidos a la hora de crear el proyecto, y comprobar si los módulos introducidos son los que corresponden con los que tiene el autómata.

Transferido el proyecto al autómata y viendo que no se producen errores, se podrá pasar a realizar la configuración software que se desee.

4.4.2.2. Configuración software

Finalizada la configuración hardware del PLC y viendo que no existen errores de este tipo, se puede proceder a la configuración software de cada módulo. Esto es, por ejemplo, dar nombre a las entradas analógicas y digitales, a las salidas analógicas y digitales, etc., en función del módulo al que se acceda. Ya que las variables se definirán en la lista de variables asociada a la programación del PLC, esto no se realizará en este momento. Para este PLC hay que centrarse en la configuración software de los módulos de entradas y salidas analógicas. También hay que configurar la red Ethernet para la comunicación entre los dos autómatas programables.

1. *TSX DEY 16FK*

Tarjeta de entradas digitales. No requiere configuración software

2. *TSX DSY 16R5*

Tarjeta de salidas digitales. No requiere configuración software

3. TSX AEY 414

Tarjeta de entradas analógicas. En este caso es necesario realizar una configuración previa de esta tarjeta, ya que para el control PID se tiene la entrada analógica correspondiente a la temperatura del secador. Se pasa a continuación a realizar su configuración software.

Para poder configurar el módulo TSX AEY 414, es necesario entrar en el módulo. Esto se hace accediendo al mismo desde el explorador de proyectos, en “Configuración → 0: Bus X → TSX RKY 8 → 3: TSX AEY 414” y haciendo doble clic en el mismo, como se muestra en la figura 4.16:

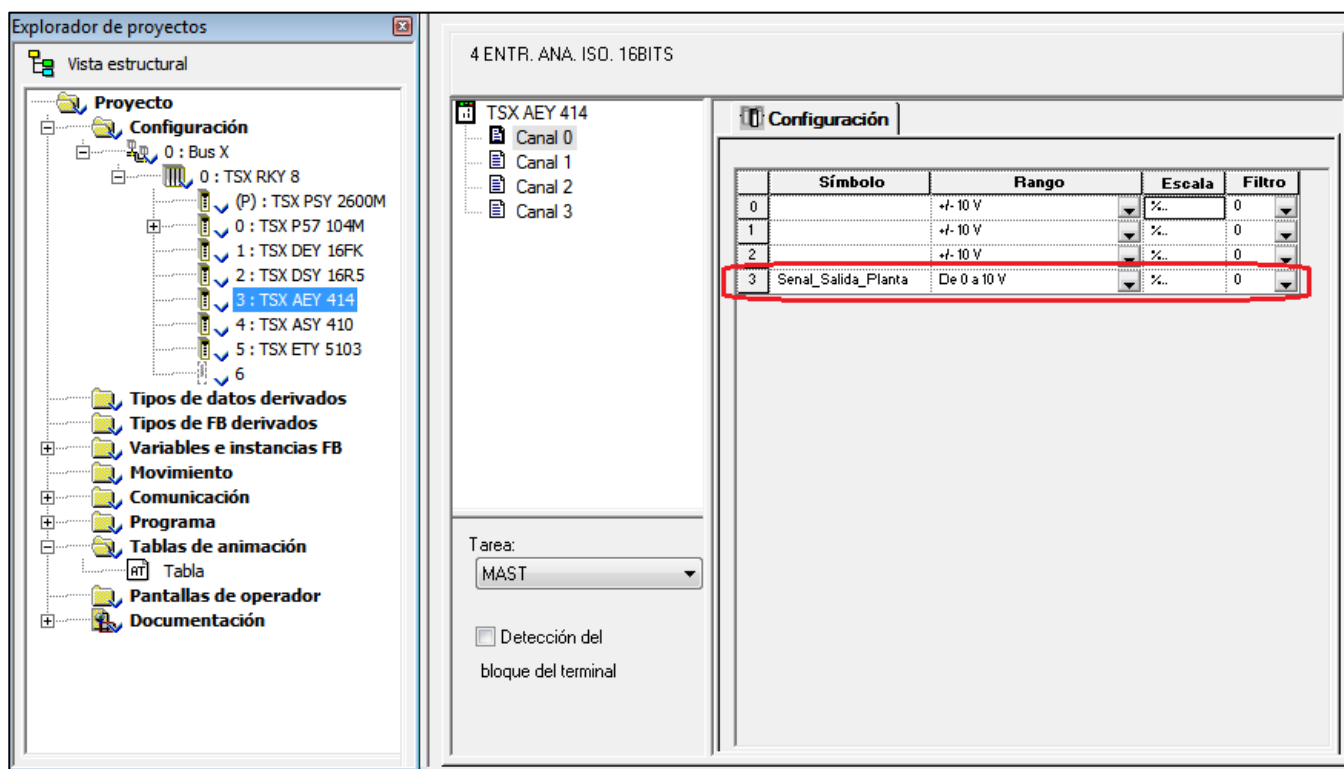


Fig. 4.16.- Configuración del módulo de entradas analógicas

Una vez entrado en el módulo, se configura el canal 3, ya que es la entrada que se tiene cableada al conector. Se elige en ese momento el rango de la señal, que corresponde con “0 a 10V”.

La escala no es necesario modificarla, ya que se tiene una correspondiente en tanto por ciento a:

- 0% → 0
- 100% → 10.000

Esto se produce porque el valor analógico hay que escalarlo a un número digital. Esto lo realiza un convertidor Analógico-Digital (AD). Cuando se tiene un valor de 0 de este convertidor, equivale a un valor 0 de señal analógica de entrada, y si el valor del convertidor es de 10.000, esto significa que el valor de señal analógica es de 10V. Con esto se puede sacar la precisión del convertidor mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Precisión} = \text{Diferencia valor real} / \text{Fondo}_{\text{escala}} = 10 / 10.000$$

$$\text{Precisión} = 0,001$$

Es decir, que se puede detectar un cambio de temperatura de 0,001.

4. TSX ASY 410

Tarjeta de salidas analógicas. En este PLC también se requiere realizar una configuración previa de esta tarjeta, ya que para el control PID se tiene la salida analógica correspondiente a la corriente que circula por la resistencia calefactora del secador. Se pasa a continuación a realizar su configuración software.

Para poder configurar el módulo TSX ASY 410, es necesario entrar en el módulo. Esto se hace accediendo al mismo desde el explorador de proyectos, en “Configuración → 0: Bus X → TSX RKY 8 → 4: TSX ASY 410” y haciendo doble clic en el mismo, como se muestra en la figura 4.17:

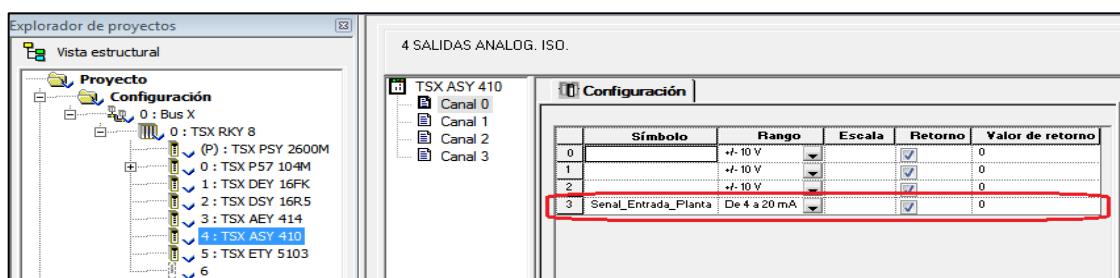


Fig. 4.17.- Configuración del módulo de salidas analógicas



Una vez entrado en la tarjeta, se configura el canal 3, ya que es la salida que se tiene cableada al conector. Se elige en ese momento el rango de la señal, que corresponde con “0 a 20 mA”. La escala no es necesario modificarla, ya que se tiene una misma correspondiente en tanto por ciento a lo mencionado anteriormente:

- 0%	→	0
- 100%	→	10.000

Esto funciona como la explicada para la entrada analógica pero en corriente. En este caso la precisión es menor, ya que el rango de salida es mayor (antes la diferencia era de 10, y ahora en corriente la diferencia entre 4-20 mA es de 16). Por tanto, la precisión para este caso es de:

$$\text{Precisión} = \text{Diferencia valor real} / \text{Fondo}_{\text{escala}} = 16 / 10.000$$

$$\text{Precisión} = 0,0016$$

Es decir, se puede detectar una variación por cada cambio de corriente de 0,0016 mA.

5. TSX ETY 5103

Tarjeta de comunicaciones Ethernet. La configuración de esta tarjeta se explicará en el capítulo 5.

Hay que recordar que hasta este punto la configuración de ambos autómatas programables es la misma, por lo que se debe realizar los mismos pasos para ambos PLCs.

A continuación, se pasa a explicar la configuración del autómata esclavo, que será el encargado de realizar el control de temperatura del secador.

Una vez configurados todos los módulos que integran el PLC industrial esclavo, se procede a explicar la configuración del controlador PID.

4.4.2.3. Configuración PID

Finalizada la configuración hardware del PLC, con todas sus tarjetas configuradas correctamente, se define el controlador PID.

Es importante destacar que este controlador PID no es módulo configurable, si no que es parte de la programación del autómatas, por lo que estará incluido en las líneas de código de programación. Por lo tanto, ha de incluirse un FB (bloque de función) en el bloque de programación dedicado a este fin.

Para realizar dicho bloque, se pulsa con el botón derecho sobre “*Secciones*” en el explorador de proyectos, y aparecerá la ventana mostrada en la figura 4.18:

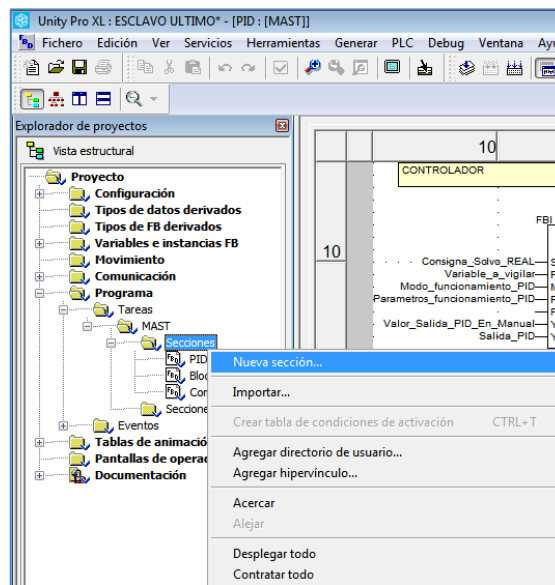


Fig. 4.18.- Creación de una nueva sección de programación

A continuación, se pulsa sobre “*nueva sección*”, y en la ventana que aparece introducir un nombre (en este caso: *PID*) y el lenguaje de programación (Figura 4.19):

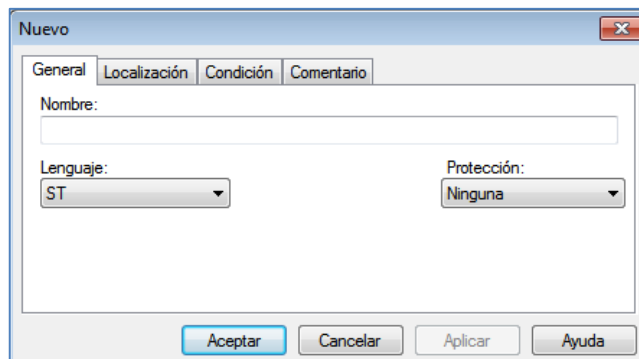


Fig. 4.19.- Ventana para crear nueva sección

Una vez realizado, seleccionar “*Aceptar*”, y quedará creada la sección que se utilizará para el control PID de la planta experimental (Figura 4.20)

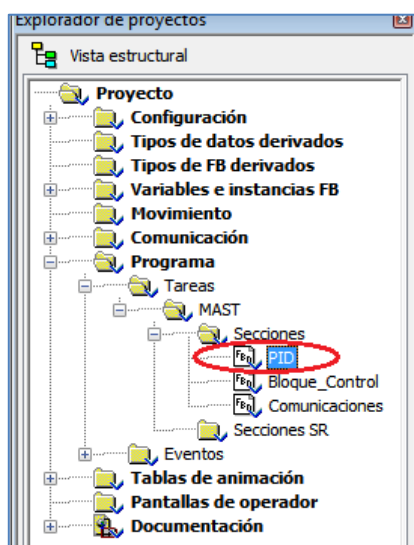


Fig. 4.20.- Sección de programación creada

Una vez definida, se accede a ella haciendo doble clic. Para introducir el bloque de función PID, se pulsa en cualquier parte de la pantalla de la sección generada con el botón derecho, y aparecerá la siguiente ventana: (Figura 4.21)

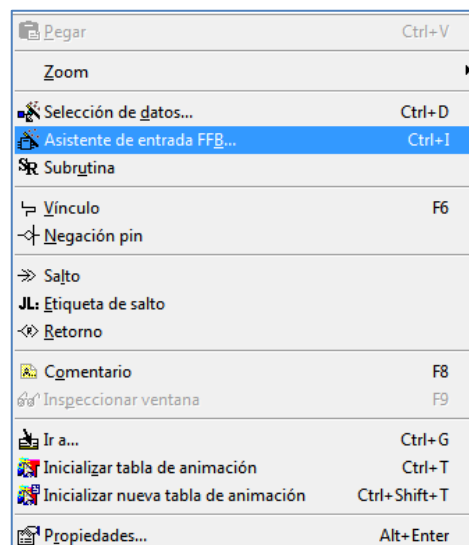


Fig. 4.21.- Menú de sección

Se pulsa sobre “*asistente de entrada FFB...*”, y en la ventana de asistente se pulsa sobre el botón de puntos de la derecha de la opción “*Tipo de FFB*”. En ese momento surgirá una ventana como la mostrada en la figura 4.22:

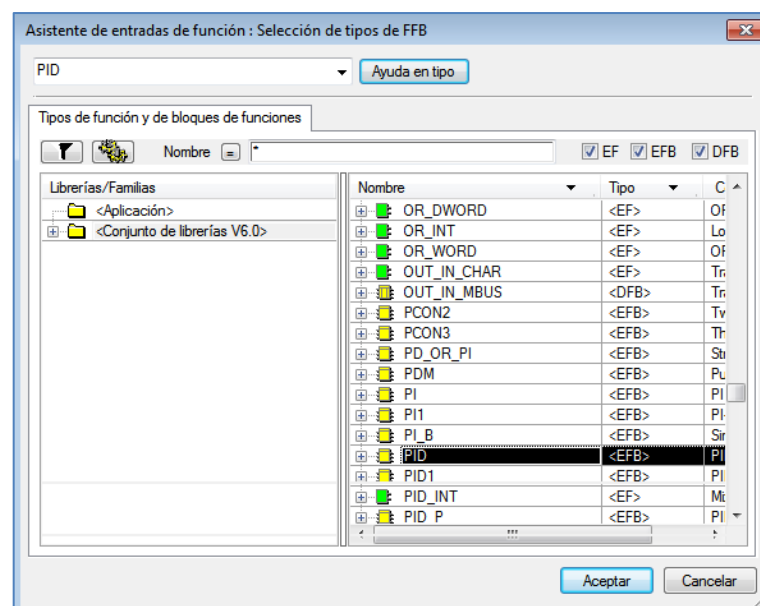


Fig. 4.22.- Asistente de entradas de función

En ese momento se pulsa sobre “<Conjunto de librerías V6.0>”, y se busca la función que se necesita para este proyecto, que no es otra que la función PID.



A continuación, se pulsa en aceptar y se introducirá el módulo PID en la sección dedicada a ello. Este bloque de funciones de controlador PID genera una desviación del sistema (ERR) debido a la variable de referencia (SP) y la variable controlada (PV). Esta desviación (ERR) provoca el cambio de la magnitud de posicionado (Y).

Sobre el bloque de funciones hay que tener las siguientes consideraciones:

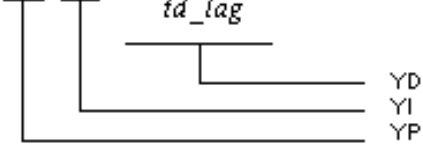
- Este bloque de funciones efectúa una inicialización interna durante el primer ciclo del programa tras un reinicio en caliente o en frío (por ejemplo, descarga de aplicaciones o ciclo de apagado-encendido) del programa del PLC.

Por consiguiente, asegúrese de llamar al bloque de funciones durante el primer ciclo del programa. Si se llama al bloque de funciones en un ciclo posterior del programa, no se llevará a cabo la inicialización interna y los resultados podrán mostrar valores erróneos.

Las propiedades de este bloque de funciones:

- Controlador PID real con ajustes Gain, t_i , t_d independientes
- Modalidades de servicio manual, parada y automático
- Conmutación sin brusquedad entre manual y automático
- Limitación de magnitudes de posicionado en el modo automático
- Componente P, I y D activados por separado
- Restablecimiento de contención
- Medidas de contención con componente activo I únicamente
- definición del retardo del componente D
- Componente D conectable a la variable controlada (PV) o desviación del sistema (ERR)

La función de transferencia es:

$$G(s) = k_p + \frac{k_i}{s} + \frac{k_d \times s}{s + \frac{1}{td_lag}}$$


Donde:

<i>VARIABLE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
YD	Componente D (sólo si en_d = 1)
YI	Componente I (sólo si en_i = 1)
YP	Componente P (sólo si en_p = 1)

Tabla 2.- Descripción de las variables del controlador PID

Una vez introducido esta función, se pasa a describir los parámetros PID. Los parámetros de entrada son:

<i>PARÁMETRO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
SP	REAL	Variable de referencia
PV	REAL	Variable controlada
MODE	Mode_PID	Modalidad de servicio
PARA	Para_PID	Parámetro
FEED_FWD	REAL	Magnitud de perturbación
YMAN	REAL	Valor manipulado manualmente

Tabla 3.- Parámetros de entrada del controlador PID

En la siguiente tabla se describen los parámetros de entrada y de salida:

<i>PARÁMETRO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
Y	REAL	Magnitud de posicionado

Tabla 4.- Parámetros de entrada del controlador PID

Y de igual modo, los parámetros de salida:

<i>PARÁMETRO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
ERR	REAL	Desviación del sistema
STATUS	Stat_MAXMIN	Estado de salida Y

Tabla 5.- Parámetros de salida del controlador PID

Seguidamente se describe la estructura de los datos de parámetros Mode_PID:

<i>ELEMENTO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
man	BOOL	"1": Modo manual
halt	BOOL	"1": Modo de parada
en_p	BOOL	"1": Componente P activado
en_i	BOOL	"1": Componente I activado
en_d	BOOL	"1": Componente D activado
d_on_pv	BOOL	"1": Componente D en relación con la variable controlada "0": Componente D en relación a la desviación del sistema

Tabla 6.- Datos dentro de la estructura Mode_PID

En la tabla 6 se describe la estructura de los datos de parámetros Para_PID:

<i>ELEMENTO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
gain	REAL	Coeficiente de acción proporcional (ganancia)
ti	TIME	Tiempo de integración
td	TIME	Tiempo diferencial
td_lag	TIME	Retardo del componente D
y _{max}	REAL	Límite superior
y _{min}	REAL	Límite inferior

Tabla 7.- Datos dentro de la estructura Para_PID

Y en la tabla 7 se describen los parámetros Stat_MAXMIN:

<i>ELEMENTO</i>	<i>TIPO DE DATOS</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
qmax	BOOL	"1" = Y ha alcanzado el límite superior de control
qmin	BOOL	"1" = Y ha alcanzado el límite inferior de control

Tabla 8.- Datos dentro de la estructura Stat_MAXMIN

Se puede producir un mensaje de error si:

- Hay un número de coma flotante no válido en la entrada YMAN o PV
- $y_{\max} < y_{\min}$

La parametrización del módulo de función se efectúa en primer lugar a través de los parámetros PID puros, es decir, la ganancia proporcional gain, el tiempo de acción de integración ti y el tiempo diferencial td.

Se puede lograr un comportamiento inverso del regulador cambiando el signo de gain. Un valor positivo en gain hace que el valor de salida aumente en el caso de una magnitud de perturbación positiva. Un valor negativo en gain hace que el valor de salida disminuya en el caso de una magnitud de perturbación positiva.

Los límites ymax e ymin limitan la salida tanto hacia arriba como hacia abajo. De este modo, rige: $y_{\min} \leq Y \leq y_{\max}$. Cuando se alcanzan los valores límites, o bien cuando se alcanza una limitación de la señal de salida, se visualiza a través de las salidas qmax y qmin:

- $q_{\max} = 1$ si $Y \geq y_{\max}$
- $q_{\min} = 1$ si $Y \leq y_{\min}$

Se debe elegir un límite superior ymax para la limitación de la magnitud de posicionado que sea superior al límite inferior ymin, de lo contrario el módulo notificará un error y no funcionará.

Hay que tener en consideración el efecto de Antiwindup. Si tiene lugar una limitación de las magnitudes de posicionado se debe contemplar mediante el reseteado Antiwindup que la componente integral "no pueda crecer por encima de todos los límites". La medida Antiwindup se ejecutará solamente cuando la componente I del regulador no se encuentre desconectada. Los límites para el Antiwindup son aquí los mismos que para la limitación de las magnitudes de posicionado.

Existen distintos tipos de reguladores que se seleccionan a través de los elementos *en_p*, *en_i* y *en_d*:

<i>TIPO DEL REGULADOR</i>	<i>en_p</i>	<i>en_i</i>	<i>en_d</i>
Regulador P	1	0	0
Regulador PI	1	1	0
Regulador PD	1	0	1
Regulador PID	1	1	1
Regulador I	0	1	0

Tabla 9.- Activar o desactivar los diferentes controles P, I, y D.

La componente I también se puede desconectar por medio de $t_i = 0$.

En el anexo 1, donde se muestra la programación de autómata programable esclavo, pueden verse los diferentes valores que se han adoptado para toda esta configuración.



5. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIONES DE LOS PLC'S PARA EL CONTROL TÉRMICO DE UN SECADOR

5.1. Introducción

En este capítulo se explicará cómo se ha realizado la configuración de la red de comunicaciones entre los dos autómatas programables. Dicha red presenta protocolo de comunicaciones Ethernet. A continuación se explica la organización de este capítulo.



En la sección 5.2 se explica la configuración de comunicación necesaria para el plc esclavo. En la sección 5.3 se expone la configuración de comunicación para el plc maestro. Además, en la sección 5.4 se explica la interfaz hombre-máquina (SCADA) desarrollado en el autómata maestro para el control remoto de la planta.

5.2. Configuración de comunicaciones

Para que se pueda establecer una comunicación entre los dos PLCs utilizados, es necesario realizar la configuración de la red de comunicaciones. Esto se implementa mediante la tarjeta Ethernet TSX ETY 5103.

Debido a que antes de nada, se tiene que tener la configuración hardware del PLC, se empezará a realizar la configuración de comunicaciones por el autómata esclavo (ya configurado en el capítulo 4)

5.2.1. Autómata programable esclavo

Una vez introducido el módulo de comunicaciones en el rack del PLC (tarjeta TSX ETY 5103), se puede comenzar a realizar la configuración de la red.

Como se dijo anteriormente, este módulo requiere de una previa configuración software para la futura comunicación entre ambos autómatas. Pero antes de nada, hay que configurar la red Ethernet a la que estarán conectados nuestros equipos. Para crear esta red, clicar con el botón derecho sobre “Redes”, en el explorador de proyectos, como se muestra en la figura 5.1:

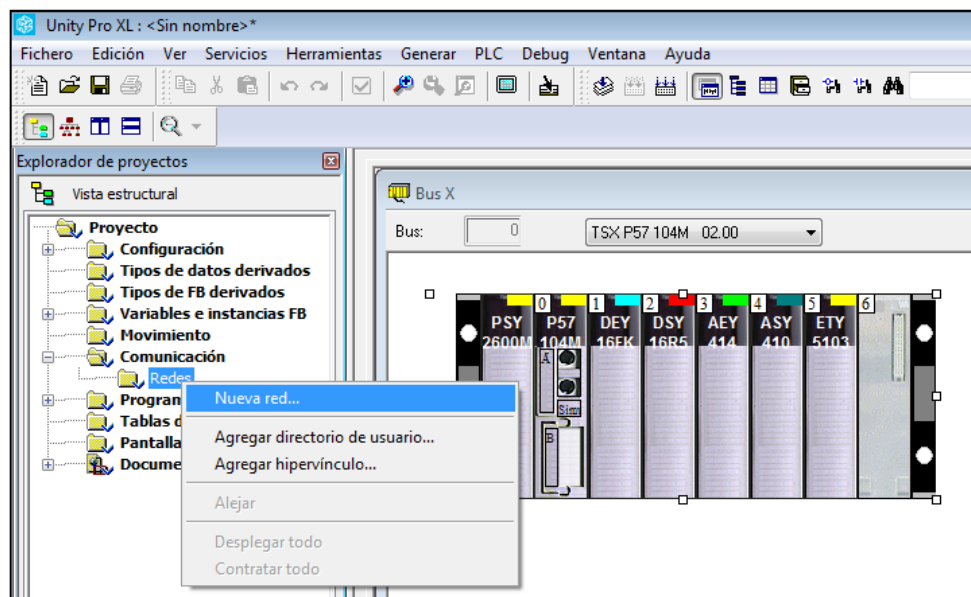


Fig. 5.1.- Creación de nueva red de comunicaciones

En ese momento, se pincha sobre “*Nueva red*”. Aparecerá una ventana que pide un tipo de red y el nombre de la misma. En este caso, se selecciona una red Ethernet y se le da el nombre que aparece por defecto. Esto se muestra en la figura siguiente (Fig. 5.2):

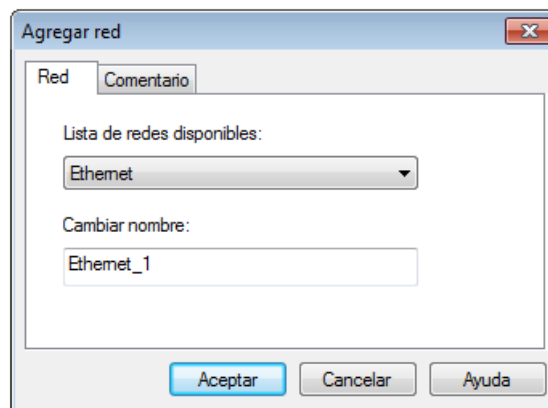


Fig. 5.2.- Ventana para agregar una red de comunicaciones

Hecho esto, aparece en el explorador de proyectos la nueva red creada. Ahora se accede a ella haciendo clic sobre la misma.

En este caso, se va a realizar una comunicación “I/O Scanning” (Maestro-esclavo) entre los dos PLC’s, por lo que sólo es necesario configurar dicha comunicación en ambos PLC’s.

Se configura la pestaña “Configuración IP” de la red Ethernet como sigue (Figura 5.3):

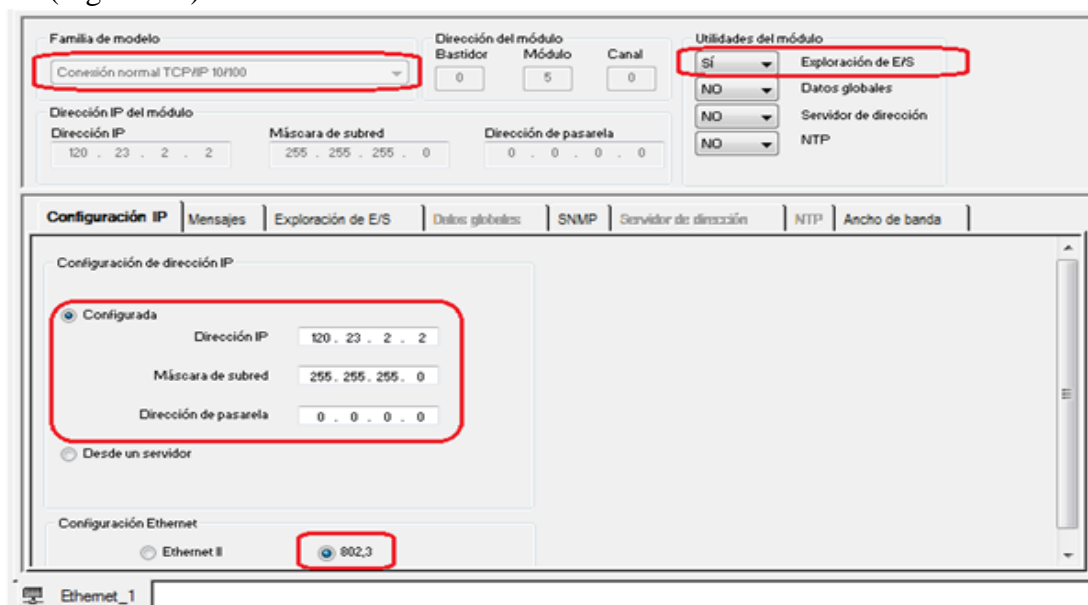


Fig. 5.3.- Red de comunicación Ethernet

Las opciones a rellenar son:

- Familia de modelo: Conexión normal TCP/IP 10/100
- Utilidades del módulo: Activar Explorador E/S
- Configuración de dirección IP:
 - Dirección IP: 120.23.2.2
 - Máscara de subred: 255.255.255.0
 - Dirección de pasarela: 0.0.0.0

La dirección IP es aleatoria, pero hay que tener en cuenta que no se repita ninguna dirección en otro dispositivo de todo el bus.

La dirección pasarela tiene que ver con la dirección interna del router al que pudiera estar conectado. Como en este caso la conexión entre equipos es directa, se coloca la 0.0.0.0.

En configuración Ethernet, se recomienda poner la trama 802.3, que es la más estándar en Ethernet.

Terminada la configuración de esta pestaña, se accede a la pestaña “Exploración de E/S” para proceder a su configuración. Ésta debe quedar como se muestra a continuación (Figura 5.4):



	Dirección IP	Nombre del dispositivo	ID de unidad	Sintaxis Esclavo	Timeout de estado funcional (ms)	Velocidad de repetición (ms)	Leer objeto maestro	Ref. lectura Esclavo	Leer longitud	Último valor (Entrada)	Escribir objeto maestro	Ref. escritura Esclavo	Escribir longitud	Descripción
1	123.20.3.1		255	IEC 0	1500	60	%MW0	%MW0	10	Mantener último	%MW0	%MW0	0	
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Fig. 5.4.- Exploración de E/S

Las opciones a rellenar son:

- Dirección IP: 123.20.3.1
- Sintaxis Esclavo : IEC 0
- Ref. lectura Esclavo: %MW0
- Leer longitud: 10

Con esta configuración, se tienen 10 bytes de comunicación entre autómatas (zona de memoria del autómata esclavo comprendida desde la MW0 a la MW9 serán datos de lectura para el autómata maestro). Es decir, un dato almacenado en la posición MW0 del autómata esclavo podrá ser visto en la posición MW0 del autómata maestro. Así con las 9 posiciones siguientes.

- “Dirección IP” es para hacer referencia al dispositivo con el que se quiere intercambiar datos. En este caso, se incluye únicamente la dirección del PLC maestro.



- “Nombre del dispositivo” aparece en gris porque no se ha realizado la asignación de la IP por DHCP. No es necesario.
- “ID de unidad” dejarlo en 255. Esto sólo se utiliza si hay una pasarela MODBUS TCP/IP a MODBUS RTU.
- “Sintaxis Esclavo” hay que colocar la opción IEC 0. Es para la simbología internacional correspondiente, %MW.
- “Escribir objeto maestro” es el puntero del área de memoria donde se guardarán los datos escritos del esclavo. Deberá aparecer la dirección introducida en “Ref. escritura”, en el apartado superior “Area %MW del maestro”.
- “Escribir longitud” asigna el tamaño del área de memoria a comunicar.
- “Último de valor (entrada)” es la opción para elegir cómo se quiere que se quede el área de memoria en este caso de una pérdida de comunicación. Se puede poner el área de memoria a 0 ó que se mantenga el último valor leído antes del error.

Hay que tener en cuenta que para comunicar los PLC's mediante estas tarjetas es necesario usar un cable de Ethernet cruzado, o en su defecto, usar un cable directo y poner entre medio de los dos módulos un switch.

5.2.2. Autómata programable maestro

La creación de la red se realiza de la misma manera que para el autómata esclavo, por lo que se seguirán los pasos anteriormente descritos en la Figura 5.1 y 5.2.

La diferencia y como se verá en este caso radica en comunicación “I/O Scanning” (Maestro-esclavo) que en este caso será como se describe en líneas posteriores.

Se configura la pestaña “Configuración IP” de la red Ethernet como sigue (Figura 5.5):

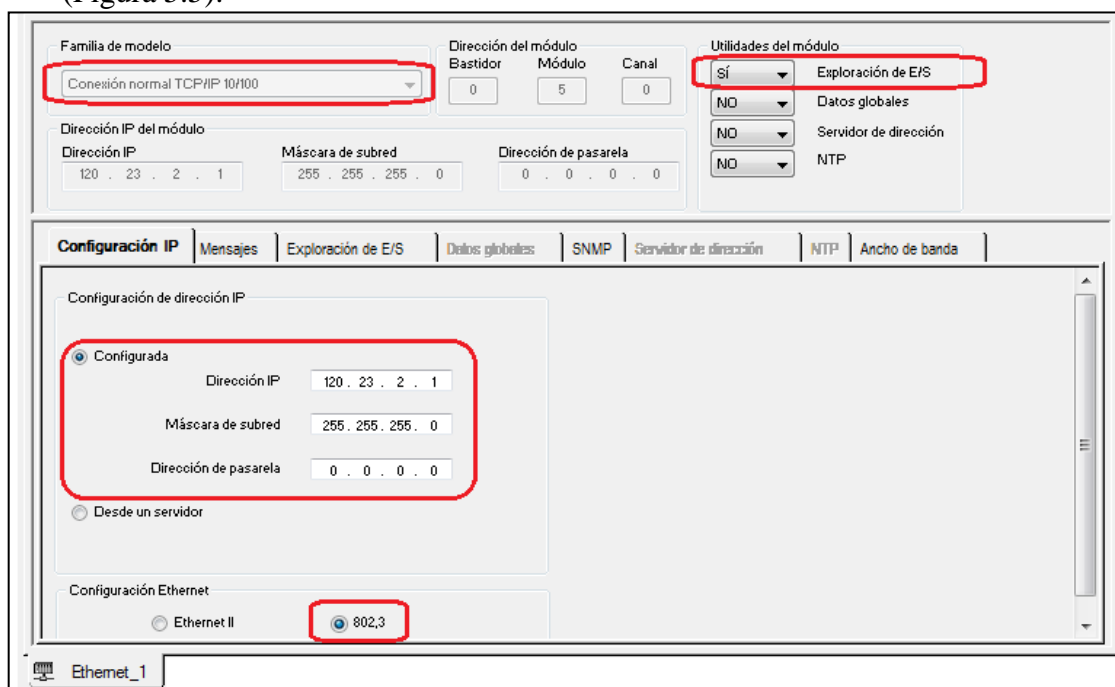


Fig. 5.5.- Red de comunicación Ethernet

Las opciones a rellenar son:

- Familia de modelo: Conexión normal TCP/IP 10/100
- Utilidades del módulo: Activar Explorador E/S
- Configuración de dirección IP:
 - Dirección IP: 120.23.2.1
 - Máscara de subred: 255.255.255.0
 - Dirección de pasarela: 0.0.0.0

La dirección IP es aleatoria, pero hay que tener en cuenta que no se repita ninguna dirección en otro dispositivo de todo el bus.

La dirección pasarela tiene que ver con la dirección interna del router al que pudiera estar conectado. Como en este caso la conexión entre equipos es directa, se coloca la 0.0.0.0.

En configuración Ethernet, se recomienda poner la trama 802.3, que es la más estándar en Ethernet.

Terminada la configuración de esta pestaña, se accede a la pestaña “Exploración de E/S” para proceder a su configuración. Ésta debe quedar como se muestra a continuación:

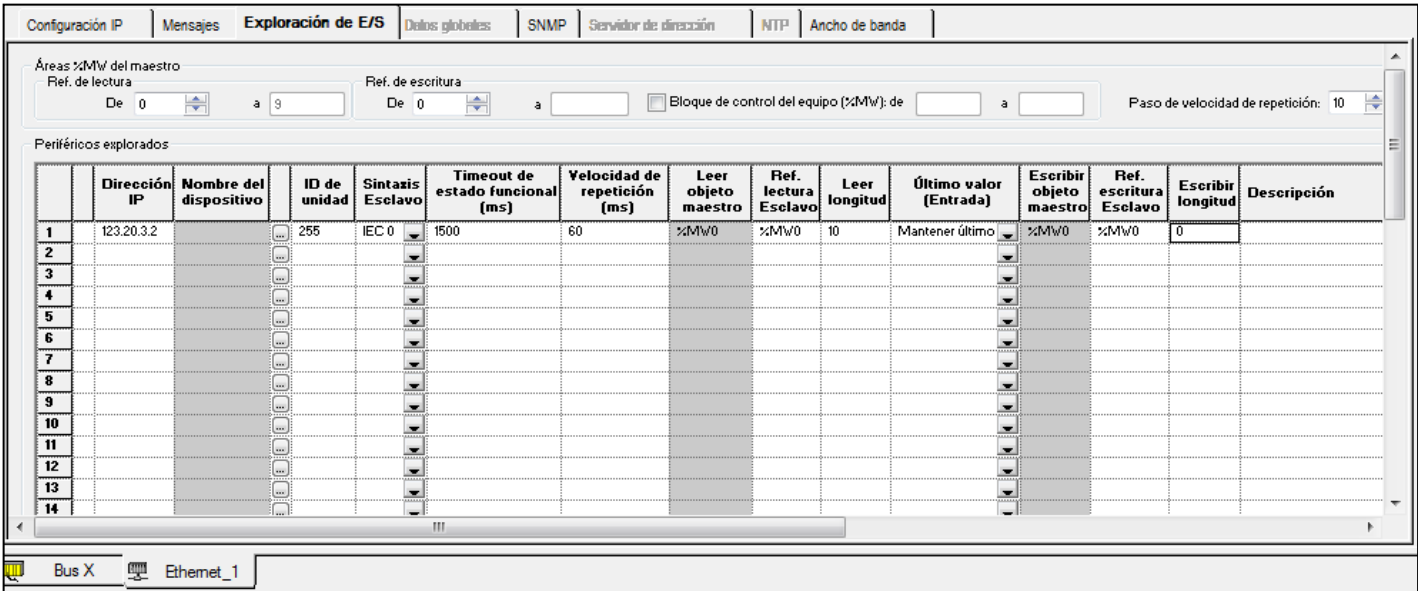


Fig. 5.6.- Exploración de E/S

Las opciones a rellenar son:

- Dirección IP: 123.20.3.2
- Sintaxis Esclavo : IEC 0
- Ref. lectura Esclavo: %MW10
- Leer longitud: 10

Finalmente, la comunicación entre PLC's se establece como muestra la figura 5.7:

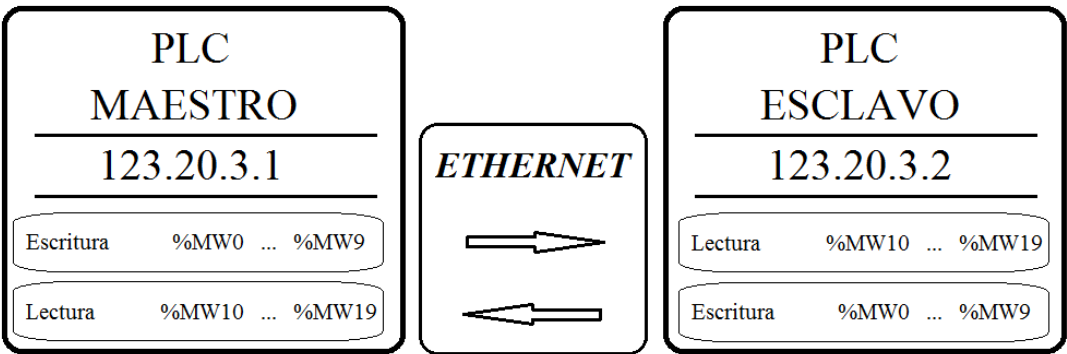


Fig. 5.7.- Diagrama de comunicaciones

El plc maestro escribe en su memoria desde MW0 hasta MW9. Esto lo lee el plc esclavo en su dirección MW10 hasta MW19.

El plc esclavo escribe en su memoria desde MW0 hasta MW9. Esto lo lee el plc maestro en su dirección MW10 hasta MW19.

5.3. SCADA. Interfaz hombre-máquina

Como se indicó en la introducción de este capítulo, en el autómata maestro se ha implementado un SCADA para mejorar la interfaz entre el usuario y el control de temperatura propuesto. Esto ha sido posible porque esta marca de autómatas tiene internamente la opción de generar “*pantallas de operador*”, la cual se explica a continuación.

Para explicar este aspecto, lo primero que hay que realizar es sacar el explorador de librerías de operador. Esto se realizado desde la barra de tareas “*Herramientas→Librerías de pantalla de operador*”, como se muestra en la siguiente figura:

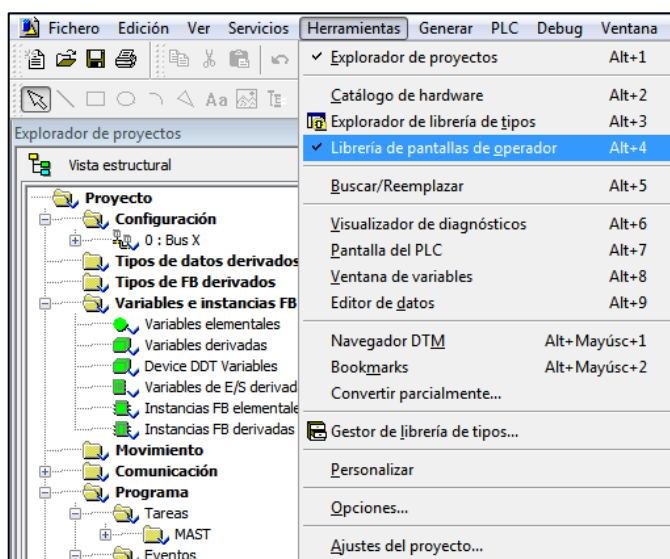


Fig. 5.8.- Menú de Librería de pantallas de operador

Con esto, aparecerá en la parte derecha de la pantalla un explorador donde se podrán seleccionar los distintos tipos de instrumentos que almacena este programa.

Una vez desplegada esta opción, se ha de dirigir en el explorador de proyectos a la opción “*Pantallas del operador*”. Una vez sobre esta opción, se hace un clic con el botón derecho del ratón, en donde se selecciona la opción de “*nueva pantalla*” como se muestra en la figura 4.21:

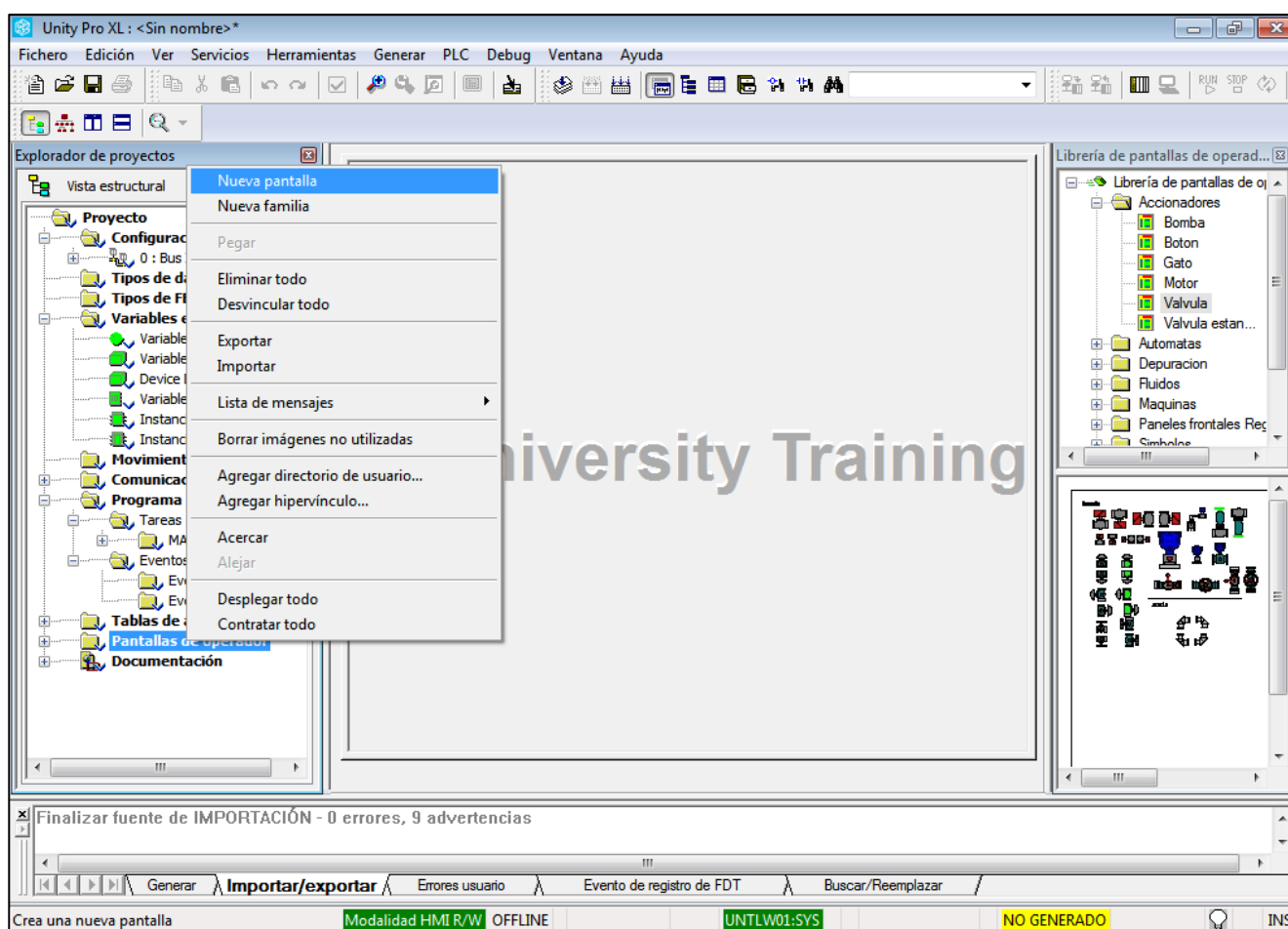


Fig. 5.9.- Creación de una pantalla de operador

Al crear la nueva pantalla, se abrirá un menú de configuración de la misma. Estos valores por defecto se pueden dejar, seleccionando directamente “*Aceptar*”:

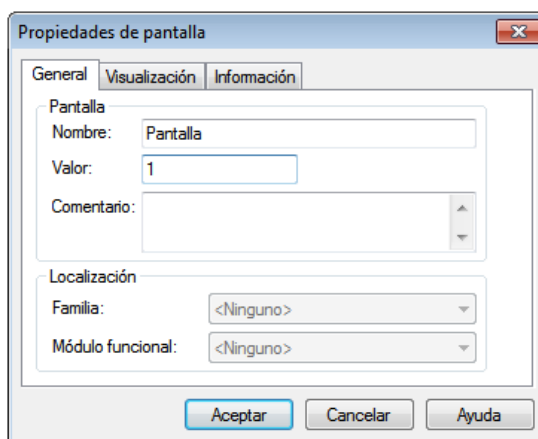


Fig. 5.10.- Creación de una pantalla de operador

Una vez creada, se procede a insertar los elementos que se quieran visualizar en la pantalla para que el operador tenga más fácil la visualización de la planta. Eso se realiza desde el explorador “*Librerías pantallas de operador*”, en el que se selecciona el tipo de instrumento a insertar. Una vez desplegado el menú del tipo de instrumento, aparecerán los que estén almacenados. En este punto se selecciona el que se quiera insertar en la pantalla y, haciendo doble click sobre el mismo con el botón derecho, se selecciona la opción “*Copiar*” del menú que aparece. A continuación el a figura 4.23 se muestra un ejemplo:

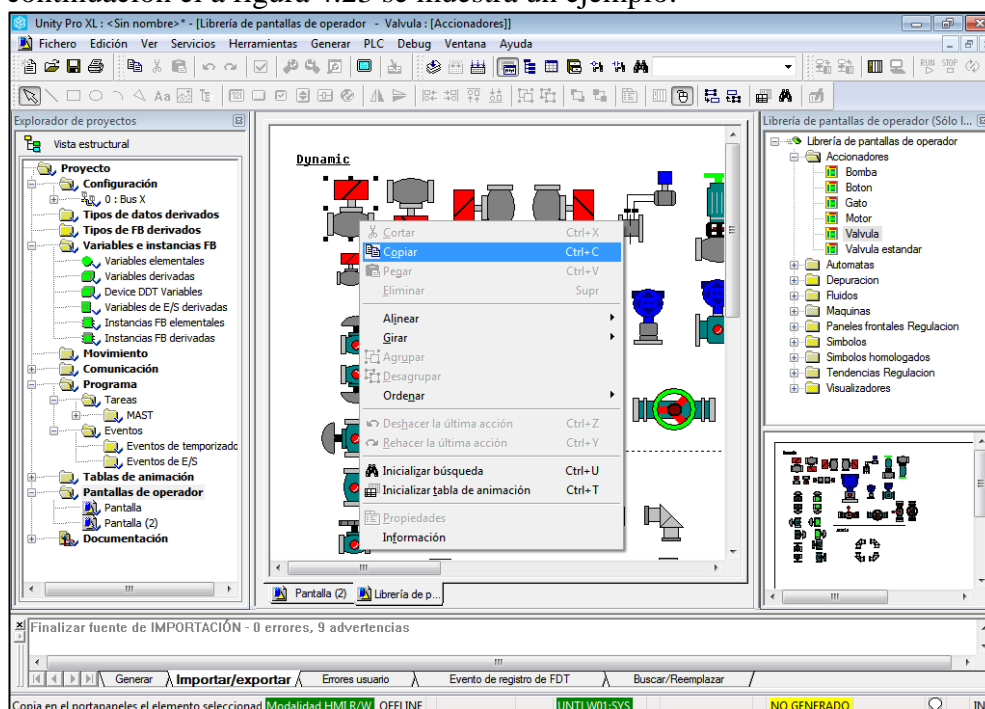


Fig. 5.11.- Copiar un instrumento para introducirlo en la pantalla de operador

Una vez copiado, se cambio de pestaña a “Pantalla”, y se hace click con el botón derecho del ratón. Del menú desplegable se selecciona “Pegar”, y en ese momento se habrá introducido el instrumento a visualizar en la pantalla de operador:

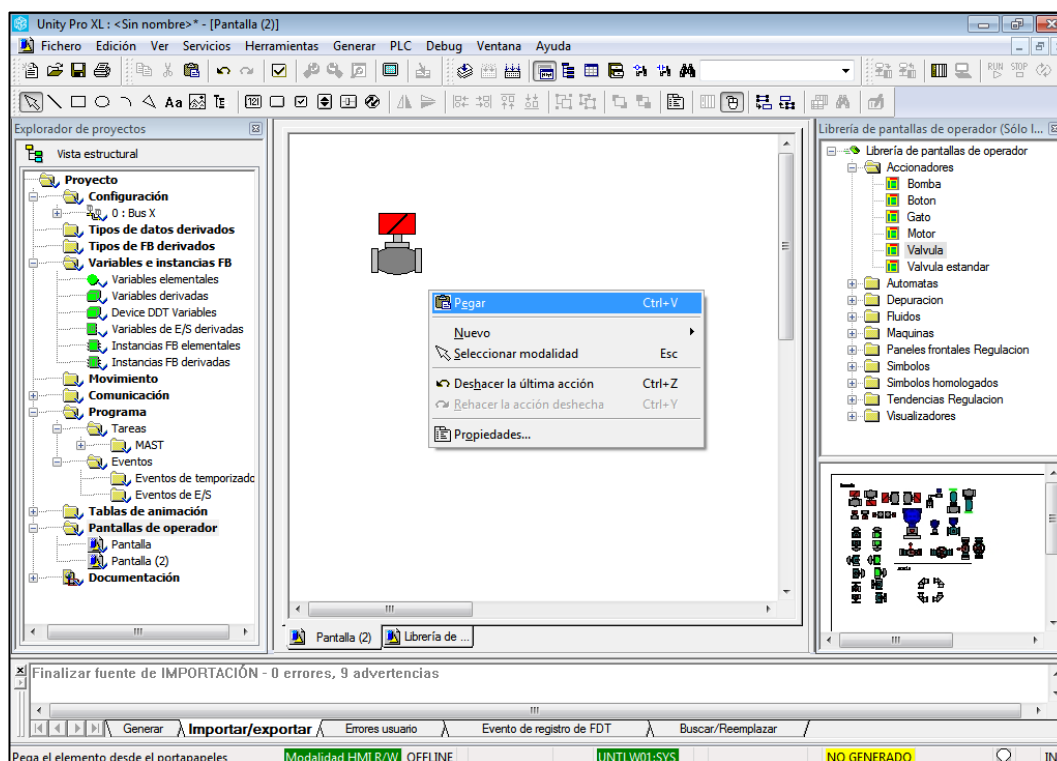


Fig. 5.12.- Pegar un instrumento en la pantalla de operador

En ese momento se puede colocar en cualquier parte de la pantalla, únicamente basta con arrastrarlo a la zona deseada. Para abrir las propiedades del objeto y poder realizar el control o la programación del icono introducido, basta con hacer doble clic sobre el mismo. Aparece la siguiente ventana de configuración:

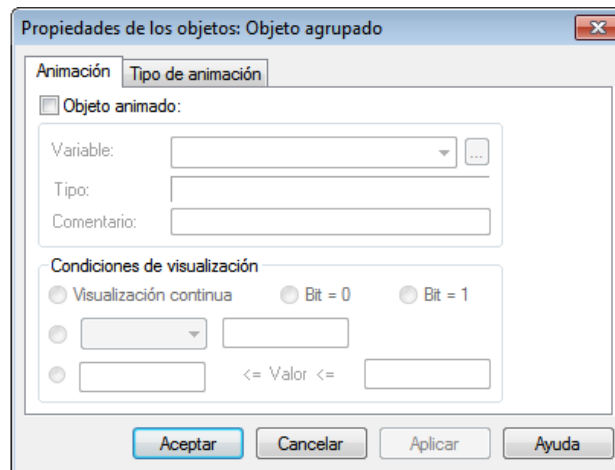


Fig. 5.13.- Propiedades del objeto introducido en la pantalla de operador

Esto se realiza con los instrumentos deseados, y pueden introducirse tantos cuantos se quiera. Además existe la posibilidad de introducir botones programados para realizar determinadas acciones, como arrancar, parar, cambiar valores, visualizarlos cuando una variable valga un determinado valor, etc. Las posibilidades que ofrece esta herramienta son muy potentes, desde el punto de vista de control, y atractivas y funcionales desde el punto de vista de operación de la planta.

En este proyecto se ha diseñado una única pantalla de operación, en la que se pueden distinguir varias partes. En la figura 5.13 se describen sus zonas:

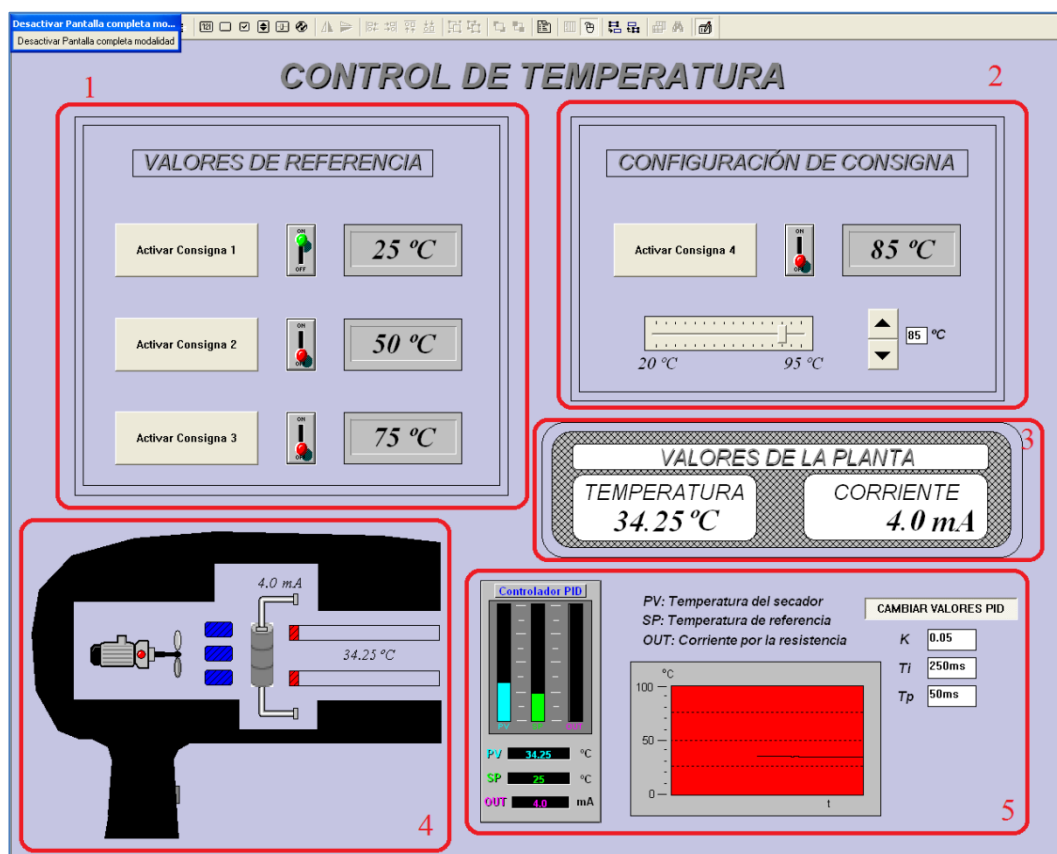


Fig. 5.14.- Pantalla de operador para el control del sistema

- Bloque 1.- Se trata de la zona con referencias de temperatura fijas. Se puede cambiar el valor de referencia a 25°C, 50°C o 75°C. Esta referencia se puede hacer mediante esta pantalla de control o mediante una entrada digital directamente en el PLC maestro.
- Bloque 2.- Bloque con temperatura de referencia variable. Se puede modificar dicha referencia desde 20°C a 95°C. Se puede cambiar el valor mediante 3 entradas:
 - Barra horizontal de temperatura
 - Flechas para subir o bajar la temperatura de referencia
 - Directamente con el valor numérico
- Bloque 3.- Visualización de las variables de proceso. Se puede ver tanto la temperatura del secador como la corriente que atraviesa la resistencia calefactora.



- Bloque 4.- Secador a controlar. Consta de:
 - Motor-ventilador, que parpadea indicando que el ventilador está funcionando.
 - Resistencia calefactora, que indica el estado de la misma en función de la corriente que circula por ella. Tiene una escala de colores indicando rangos de corriente (por ejemplo, para temperaturas bajas circulará poca corriente y no tendrá color, en temperaturas intermedias estará en amarillo y para altas temperaturas, como circulará mucha corriente por ella, se pondrá en rojo).
 - Aire de salida. El color rojo indica que es aire caliente, y en función de la temperatura la barra será mayor. También se indica el valor de temperatura numéricamente.
- Bloque 5.- Bloque de Control. Presenta un cuadro de control, donde pueden verse los diferentes valores del mismo. Además, se incluye una grafica de tendencias donde se visualiza el comportamiento del sistema, y por último, los valores del controlador K, Ti y Td, los cuales pueden ser modificados numéricamente para configurar el PID deseado, en función de las necesidades de la planta a controlar.



6. RESULTADOS EXPERIMENTALES

6.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados experimentales obtenidos de la implementación mediante autómatas programables de un control remoto de temperatura de un secador de pelo convencional.

Aún cuando se haya diseñado el sistema de control con algún criterio previo es necesario hacer ajustes en campo cuando se instala el controlador (tuning, sintonía). El ajuste por ensayo y error, si bien requiere cierta experiencia, sigue siendo válido, y particularmente se torna necesario cuando no se tiene mayor idea del modelo del proceso. Últimamente se han desarrollado controladores adaptativos, esto es, que ajustan automáticamente los valores de los parámetros.



Se pueden establecer ciertos lineamientos generales para los sistemas más comunes encontrados en la industria de procesos:

- Control de flujo (caudal)
 - Los lazos de control de caudales líquidos se caracterizan en general por respuestas rápidas (del orden de segundos), sin tiempo muerto o delay. Las dinámicas comienzan a aparecer cuando se trata de fluidos compresibles (gas, vapor) o debido a eventuales procesos inerciales en líquidos.
 - Cuando las perturbaciones tienden a ser frecuentes pero de pequeña magnitud, normalmente se trata de ruidos de alta frecuencia debidos a turbulencias, cambios en válvulas, vibraciones en las bombas, etc.
 - Por estos motivos en principio es conveniente utilizar controladores PI (sin acción derivativa), con valores intermedios de K_c .

- Nivel de líquido
 - Debido a la naturaleza “integradora” del proceso en general alcanza con un control proporcional, con ganancia elevada, pues el propio sistema tiende a amortiguar las oscilaciones.
 - Puede usarse también la acción integral pero si pueden tolerarse pequeños offsets no sería necesario.
 - La acción derivativa normalmente no se emplea porque tiende a amplificar los ruidos.
 - Si el tanque se utiliza como fuente de alimentación para otro proceso, y se utiliza la corriente de salida como variable de manipulación, se debe ser conservador con el ajuste para evitar fluctuaciones.



- Presión de gas
 - Debido a la naturaleza compresible del gas (cuando está en equilibrio con el líquido puede ser más complicado) el proceso actúa como autorregulado. Por lo tanto suele alcanzar con un control proporcional.
 - Si se usa PI (porque es importante eliminar el offset), normalmente la acción integral es pequeña (valor grande de τ_I).
 - Como normalmente los tiempos de residencia son bajos, las constantes de tiempo involucradas suelen ser también bajas.
- Temperatura
 - Dependiendo de la situación (p.ej. intercambiadores, reactores, columnas de destilación, evaporadores) se pueden dar diferentes dinámicas incluyendo delays. En general es necesario recurrir a PID.
- Composición
 - También tienen en general dinámicas más complicadas y es necesario recurrir a PID.
 - El problema del ruido tiende a ser muy importante.
 - Los delays debidos a los analizadores suelen ser significativos.
 - Por tal razón la acción derivativa suele tener limitaciones y eventualmente puede ser necesario recurrir a estrategias más complejas.

La variable a controlar en este proyecto es la temperatura, y se regulará con una resistencia calefactora capaz de ascender la temperatura del secador hasta los 95 °C, y el controlador a configurar es un PID, cuyos parámetros se obtienen como se cita a continuación.

Como técnica para realizar la configuración del PID se ha utilizado el ajuste por ensayo y error. Se detalla a continuación el proceso llevado a cabo:



- 1) Eliminar las acciones integral y derivativa, seteando τ_I al máximo y τ_D al mínimo.
- 2) Sintonizar K_c en un valor bajo (p.ej. 0.03) y arrancar el controlador.
- 3) Aumentar la ganancia con pequeños incrementos hasta conseguir una oscilación continua o permanente (“ganancia última”).
- 4) Reducir dicha ganancia a la mitad.
- 5) Disminuir τ_I en pequeños incrementos hasta que alcanzar nuevamente la oscilación continua. Sintonizar τ_I en un valor tres veces mayor.
- 6) Aumentar τ_D en pequeños incrementos hasta alcanzar nuevamente la oscilación. Sintonizar τ_D en un tercio de ese valor.

A continuación se indican algunas desventajas de este método:

- Consume mucho tiempo, además de las consiguientes pérdidas de productividad del proceso o la disminución de la calidad del producto.
- El hecho de llegar a un comportamiento cíclico continuo es objetable pues pone al sistema en el límite de la estabilidad, pudiendo inclusive provocar situaciones de riesgo.
- No es aplicable a procesos que son inestables en bucle abierto porque dichos procesos suelen ser inestables para altos o bajos valores de la ganancia.
- Algunos procesos simples no tienen “ganancia última” (el valor de K_c en el cual se alcanza la oscilación sostenida) (p.ej. procesos de primer orden o de segundo orden sin delay).

6.2. Dispositivos utilizados

Para la implementación del control remoto de temperatura de un secador mediante autómatas programables se han utilizado los siguientes dispositivos:



6.2.1. Para el equipo 1 (equipo maestro):

- Un ordenador Pentium III 350Mhz, 64M RAM, que sirve de interfaz entre el usuario y el autómata programable. Desde él se realiza la configuración y programación del PLC y permite visualizar el valor de los parámetros del controlador calculado.
- Un autómata programable MODICON PREMIUM de la marca SCHNEIDER. Dicho autómata presenta la CPU TSX P57 104M. Las propiedades de esta CPU se citan a continuación:

Modulos de E/S, Módulos de seguridad, Módulos de E/S analógicas, Módulos de aplicación específica (contadores, temporizadores, comunicaciones...)

Dependiendo del modelo, también pueden incluir:

- 1 to 16 racks
- 192 a 2040 E/S discretas
- 12 a 512 E/S analógicas
- 4 a 64 canales de aplicación específica
- 1 a 4 estaciones de trabajo (Ethernet TCP/IP, Fipway, Modbus Plus, Ethway)
- Puerto de comunicaciones 10BASE-T/100BASE-TX Ethernet TCP/IP (conector RJ45)

Aparte, el PLC presenta otros módulos como:

- *Fuente de alimentación.* Se trata de una fuente TSX PSY 2600M
- *Microprocesador.* Este PLC tiene CPU TSX P57 104M
- *Entradas digitales.* Este módulo es el TSX DEY 16FK
- *Salidas digitales.* En este caso es TSX DSY 16R5
- *Entradas analógicas.* Módulo TSX AEY 414
- *Salidas analógicas.* Presenta el módulo TSX ASY 410

- *Ethernet*. Módulo de comunicación Ethernet ETY 5103

En la figura 6.1 se muestra un esquema de interconexión entre el PC y el autómata programable.

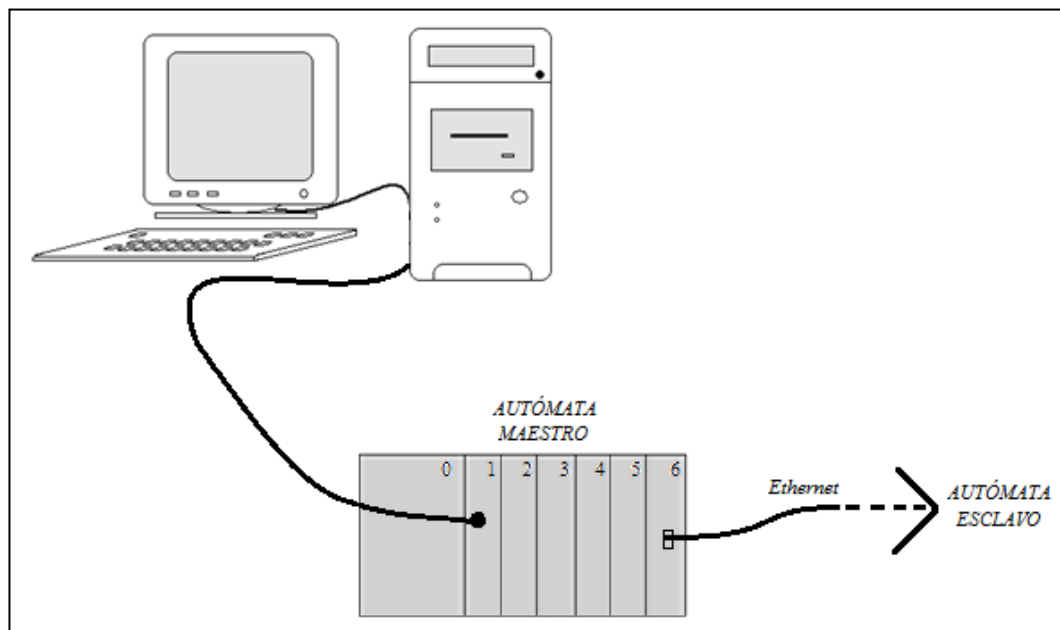


Fig. 6.1.- Interconexión entre equipos

En la figura 6.2 se muestra una fotografía del puesto de trabajo, viéndose en ella el PC utilizado y el PLC empleado para la implementación del control remoto propuesto.



Fig. 6.2.- Fotografía del puesto de trabajo con los dispositivos empelados

6.2.2. Para el equipo 2 (equipo esclavo):

- Un ordenador igual que el anterior.
- Un autómata programable igual que el anterior
- Plataforma experimental. Esta es muy simple, ya que contiene únicamente el secador, con su entrada analógica para la corriente de la resistencia calefactora y una salida analógica para la tensión de la temperatura del secador. También presenta la alimentación de la placa de control.

En la figura 6.3 se muestra un esquema de interconexión entre el PC y el autómata programable.

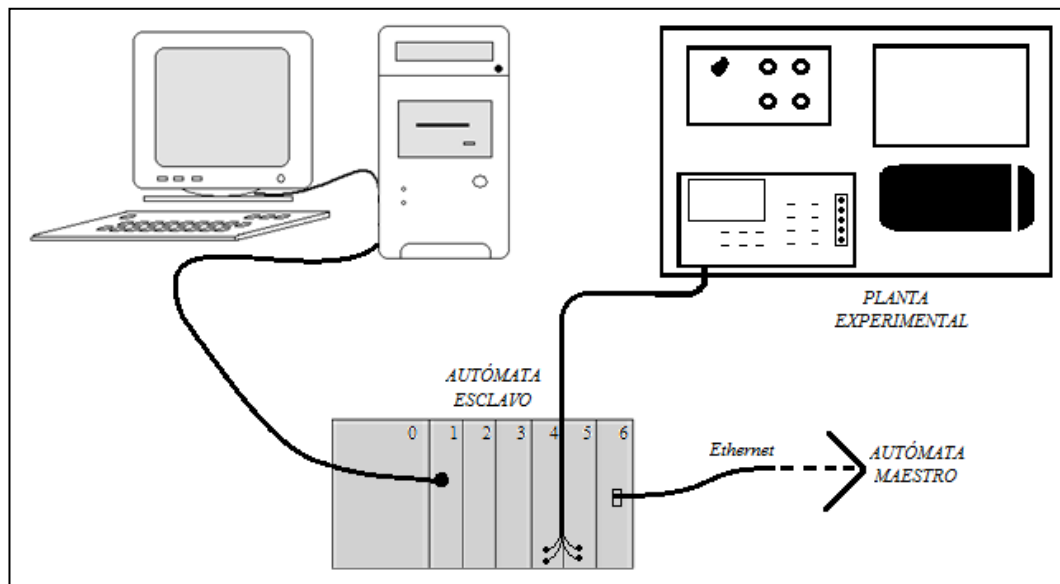


Fig. 6.3.- Interconexión entre equipos

En la figura 6.4 se muestra una fotografía del puesto de trabajo, viéndose en ella el PC utilizado, el PLC empleado para el control PID de la plataforma experimental y la susodicha plataforma.



Fig. 6.4.- Fotografía del puesto de trabajo con los dispositivos empleados

6.3. Resultados obtenidos

En esta sección se ilustrará el control remoto de temperatura propuesto, presentando los resultados experimentales que se obtienen tras aplicar dicho método para el control de temperatura del secador. Para ello, se ha obtenido un controlador PID con los valores:

- $K = 0.05$
- $T_i = 250\text{ms}$
- $T_d = 50\text{ms}$

mediante el método explicado en el punto 1 de este capítulo.

En el primer instante de arranque de la planta, se puede ver que la temperatura ambiente es de 34°C aproximadamente, la cual será la temperatura mínima alcanzada (no se puede bajar de este valor). Se muestra en la figura 6.5:

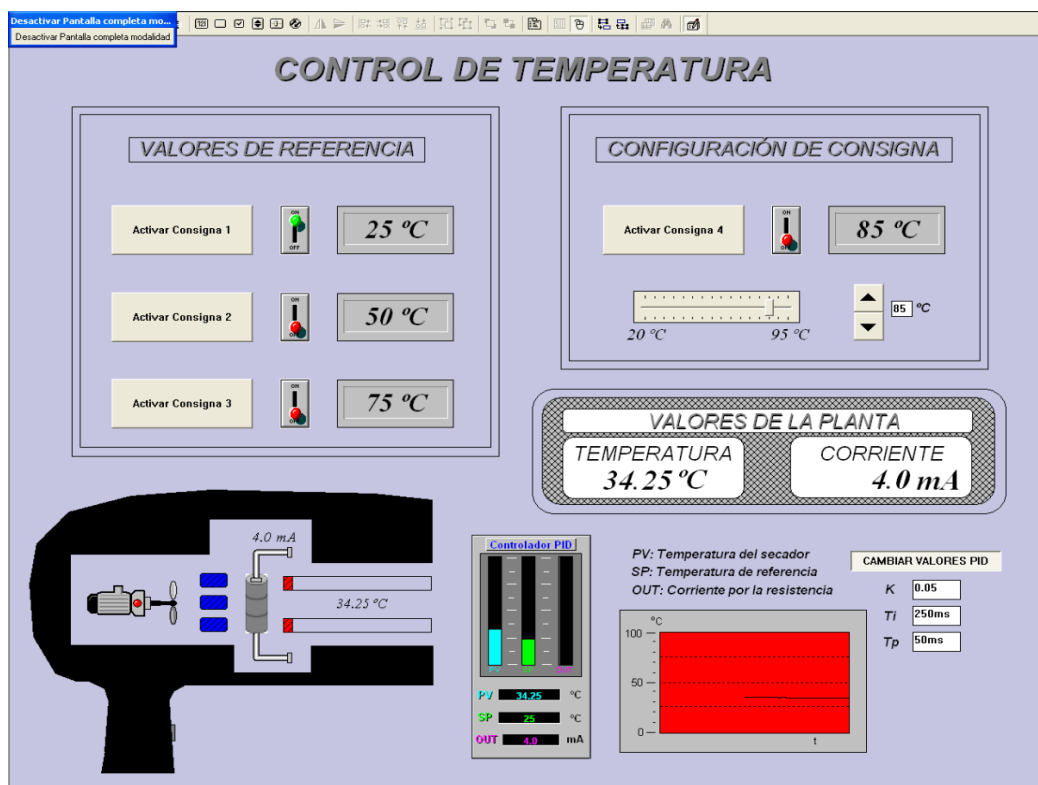


Fig. 6.5.- Instante de arranque de la plataforma experimental

Para ver cómo se comporta el sistema con estos valores del PID, se le aplica una perturbación en la variable de referencia de 50°C aproximadamente, para pasar de la temperatura ambiente a 75°C. La respuesta que se tiene del sistema es la siguiente (Figura 6.6):

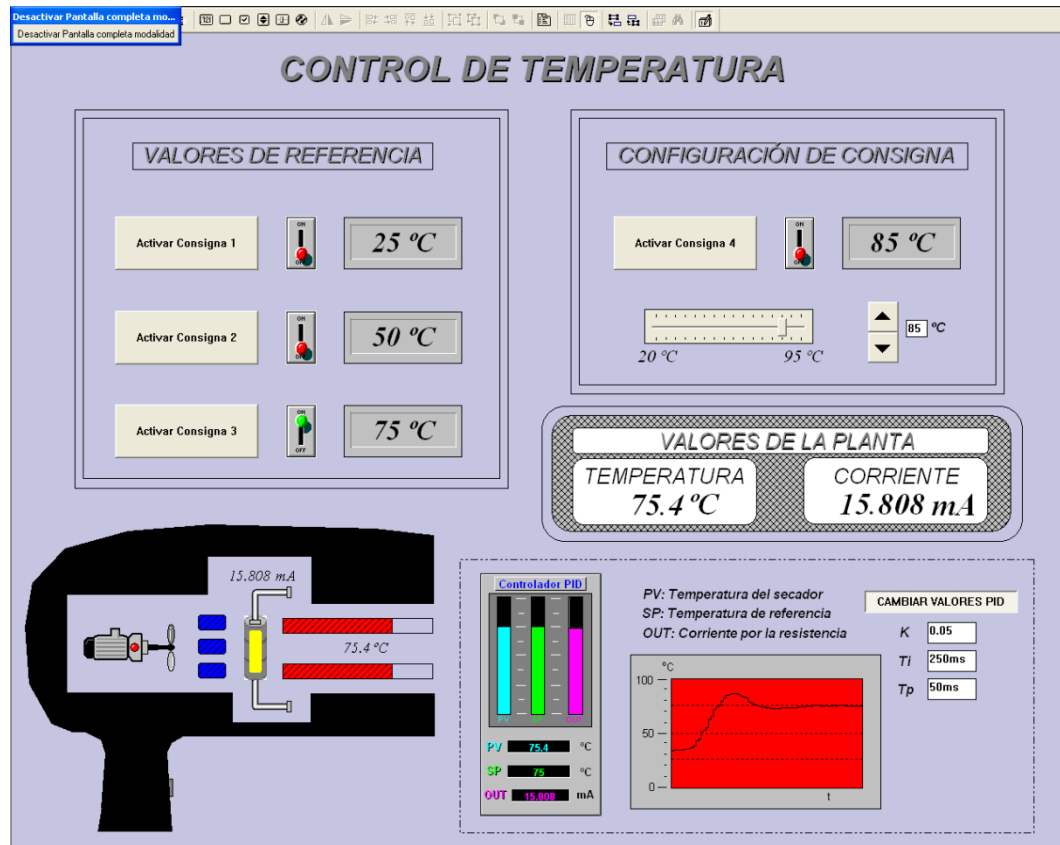


Fig. 6.6.- Respuesta del sistema ante una perturbación

Puede verse que se realiza un control bastante acertado, donde pasado el sobre amortiguamiento del controlador, el error se hace casi despreciable (0.4°C).

Si se realizara ahora la perturbación de esta temperatura a una inferior, 50°C, se tiene la figura 6.7:

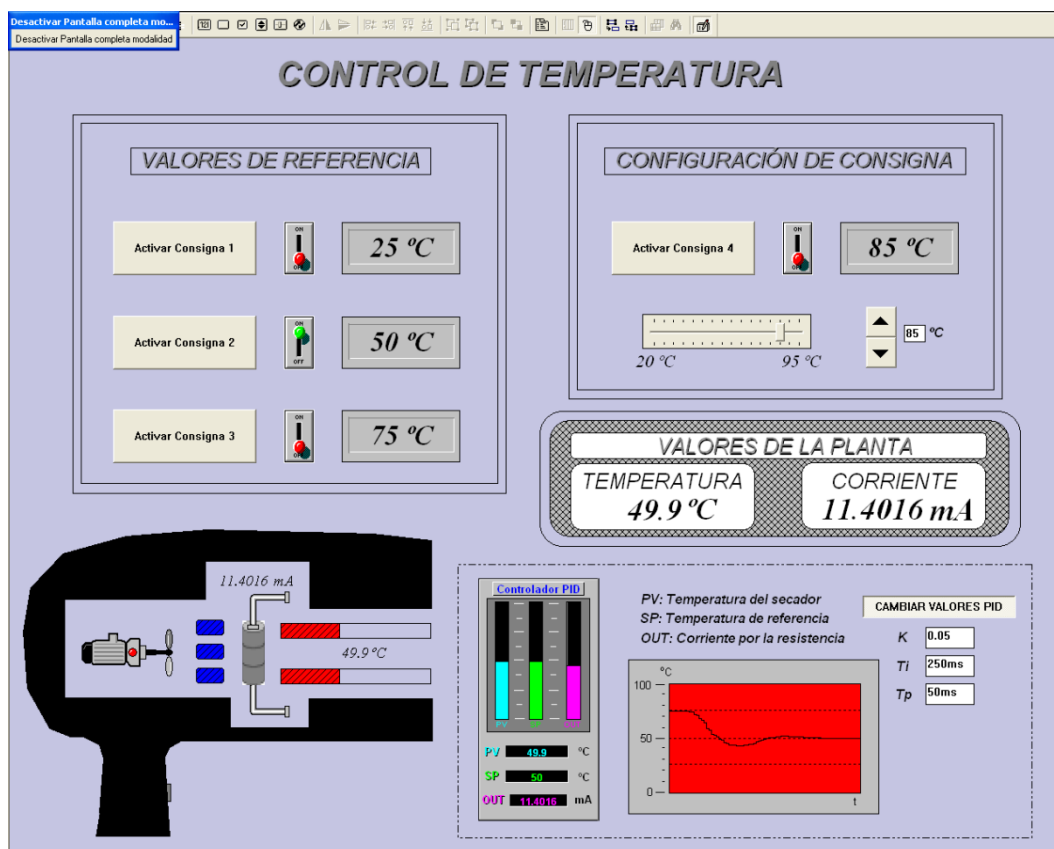


Fig. 6.7.- Respuesta del sistema ante una perturbación

En este caso, se puede ver que el margen de error es menor, 0.1°C, y el sobre amortiguamiento se atenúa bastante. Esto es debido a que el escalón proporcionado es menor que el anterior, tratándose aquí de 25°C únicamente.

El controlador sigue respondiendo bien ante un cambio en la temperatura de referencia.

En este punto, se harán cambios en los parámetros del controlador para ver cómo se comporta la planta experimental ante esos cambios.

En primer lugar, se modifica el valor de K, manteniendo los otros constantes, esto es Ti, y Td, iguales. La respuesta se muestra en la figura 6.8:

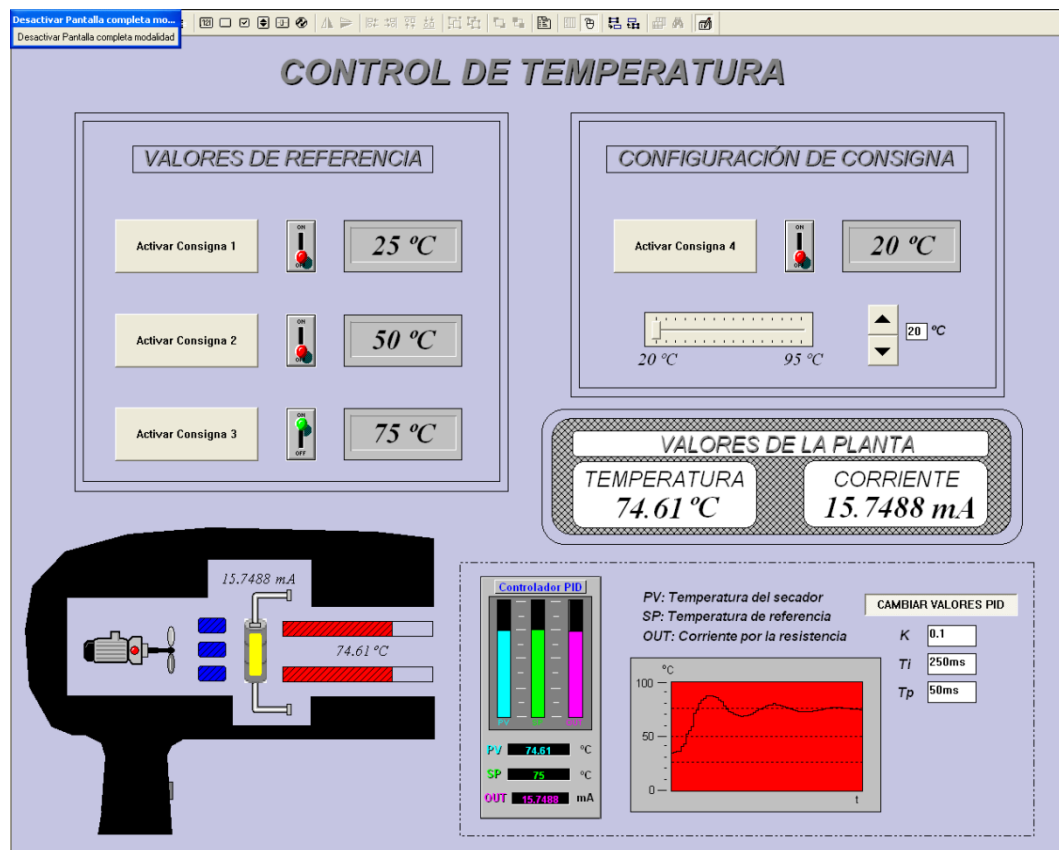


Fig. 6.8.- Respuesta del sistema modificando K

Al aumentar la constante proporcional, se aprecia cómo se alcanza antes el valor de referencia, pero el sistema oscila durante más tiempo, estabilizándose la señal con un tiempo mayor. El error es despreciable pasados los 2 sobre amortiguamientos.

Si se modifica T_i , manteniendo los otros dos parámetros iguales (K y T_d), se obtiene la siguiente respuesta temporal del sistema (Figura 6.9):

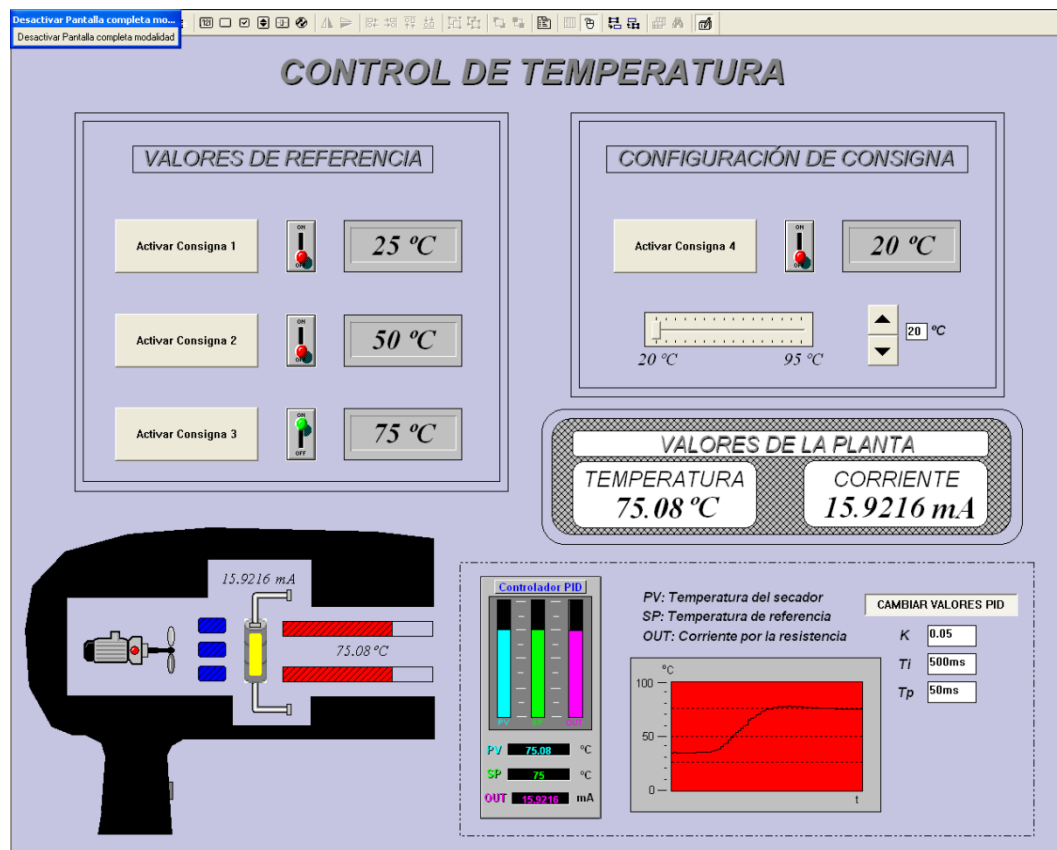


Fig. 6.9.- Respuesta del sistema modificando Ti

En este caso, no se produce sobre amortiguamiento. Esto es porque el error se elimina con esta acción, y doblando el valor anterior se reduce este efecto. El error en este caso es de 0.08°C.

Si por el contrario se mantienen los valores de K y Ti, y se modifica Td, el resultado es el que figura en 6.10:

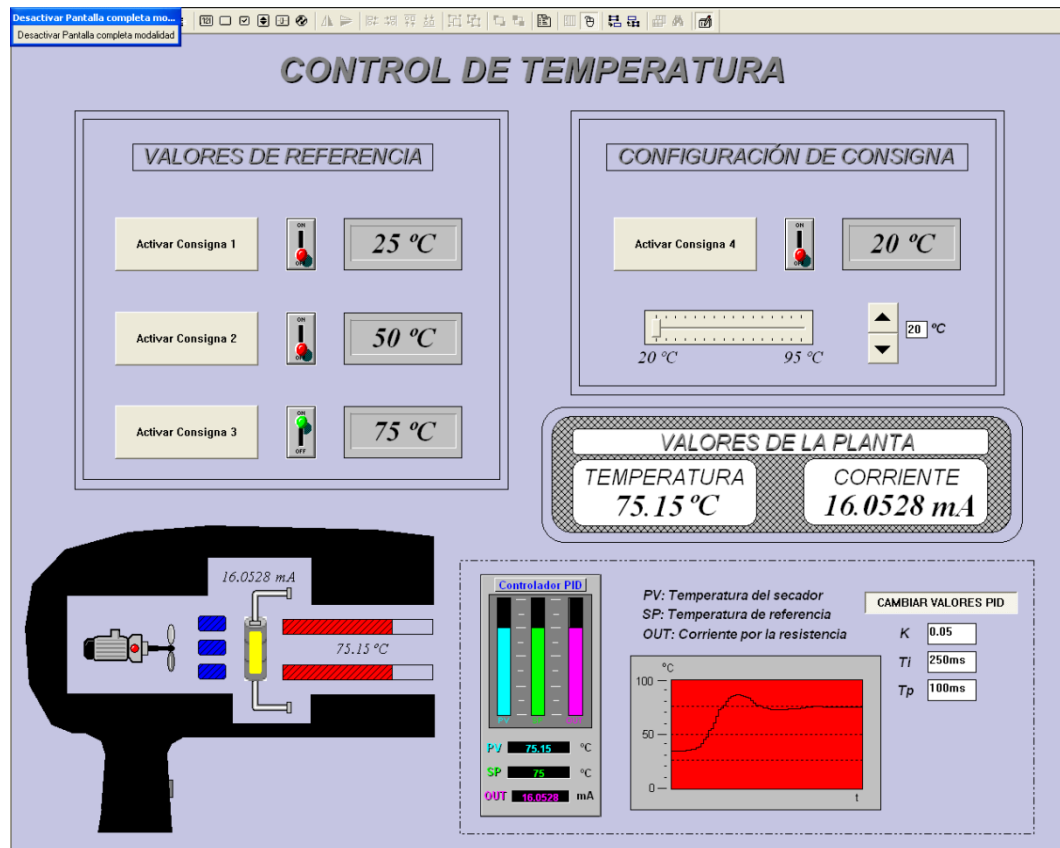


Fig. 6.10.- Respuesta del sistema modificando Td

Este caso se asemeja bastante al primer caso, pero se distinguen porque en este caso el arranque del sistema se realiza en un tiempo mayor, esto es, que la respuesta temporal ante la perturbación se realiza en mayor tiempo que en el primer caso.

Se ha visto como varía la respuesta del sistema ante variaciones puntuales manteniendo los demás parámetros. En este punto se va a realizar un ensayo en el que se modifica el parámetro K, para demostrar que si no se tiene especial cuidado con el ajuste del lazo de control, el sistema se puede volver inestable. Esto se muestra en la siguiente figura (Figura 6.11):

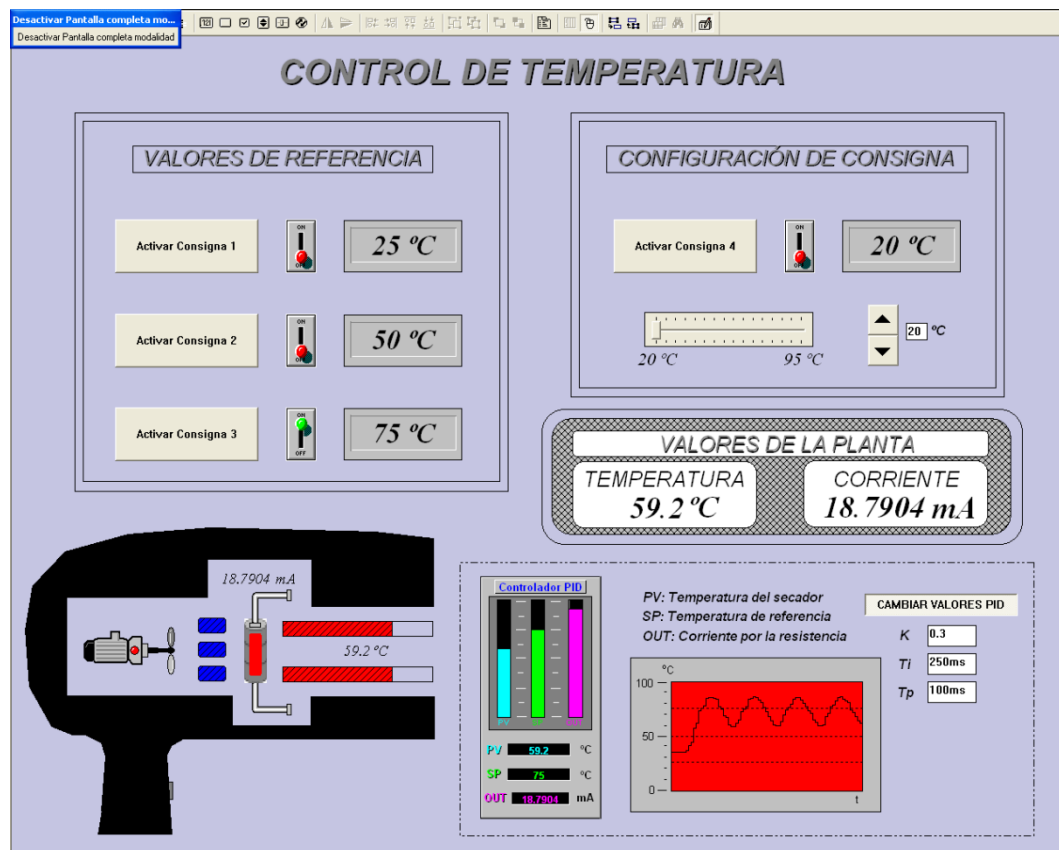


Fig. 6.11.- Respuesta del sistema volviéndose inestable

Hay que tener especial cuidado con este aspecto. Es un efecto que hay que evitar siempre. Puede verse que el error producido en este es de aproximadamente 16°C (un orden de escala 100 veces mayor que los anteriores casos).

Teniendo cuidado y conociendo el efecto de cada parámetro, se pueden modificar todos juntos, teniendo un resultado deseado, aunque es más difícil de llegar al óptimo por esta vía. En la figura 6.12 se muestra un controlador con todos los parámetros modificados, obteniendo un resultado bastante acertado:

CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE AUTÓMATAS PROGRAMABLES CONECTADOS POR ETHERNET

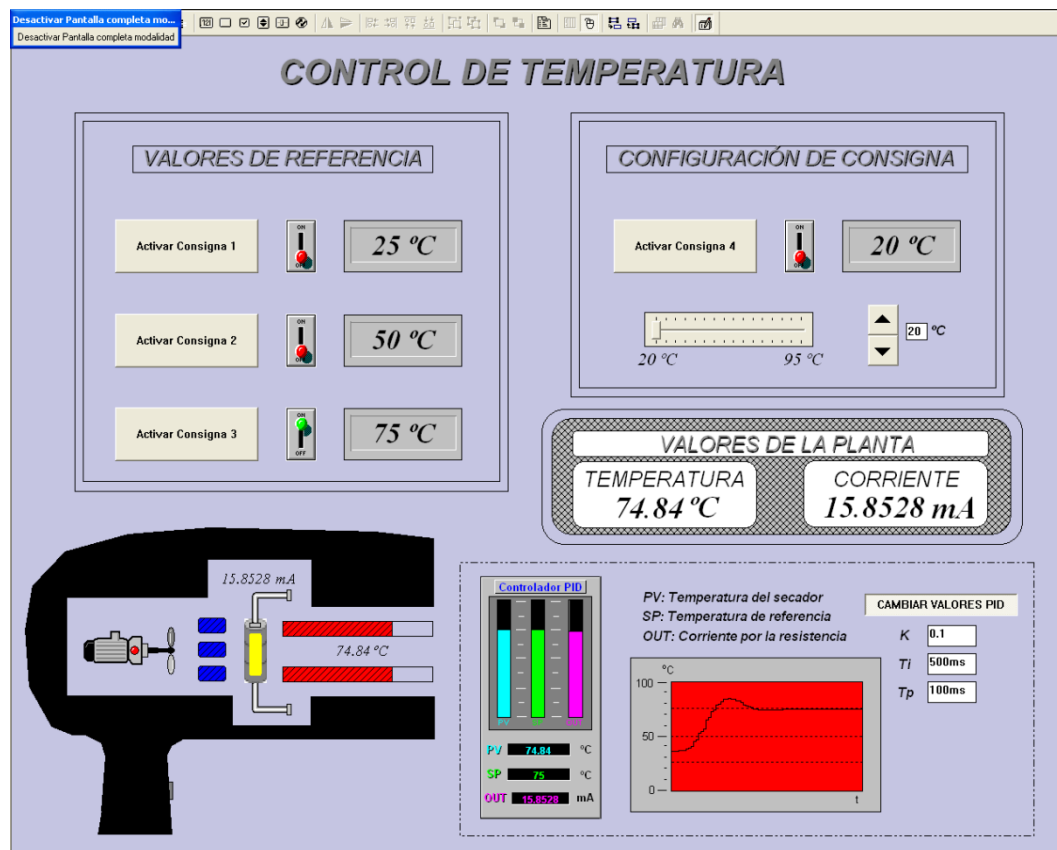


Fig. 6.12.- Respuesta del sistema modificando todos los parámetros



7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS.

7.1. Conclusiones

Las conclusiones más importantes que se pueden extraer de este trabajo se explican a continuación.

El PID es el controlador más ampliamente utilizado, junto con el autómata programable. El disponer de un modulo PID en los PLCs industriales hace que esta opción sea muy ampliamente utilizada en este sector.

En segundo lugar, la introducción de las comunicaciones en el sector industrial empieza a tener un papel importante. Las redes de comunicación industrial, permiten conocer todo lo referente a un proceso industrial a través de las variables fundamentales medidas por instrumentos instalados en campo, lo que permite



conocer el funcionamiento de la planta en todo momento. Además otro aspecto fundamental es que permite controlar a grandes distancia la planta. Para realizar el control y poder integrar cada uno de los instrumentos de campo es necesario tener un estándar para que se puedan comunicarse. Esto es también aplicable a los PLC's, los cuales deben comunicarse correctamente para que el control de una planta industrial desde una estación remota se realice con toda seguridad y garantía.

En este proyecto se ha realizado un control combinando estas dos tecnologías, viendo un resultado exitoso y satisfactorio. Además, éstos resultados experimentales avalan y demuestran que es factible esta configuración.

7.2. Trabajos futuros

Como trabajos futuros que se pueden plantear:

- Ampliar el control a otros sistemas
- Utilizar otras redes de comunicaciones
- Realizar la configuración de los propios vía internet.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Minorsky. "*Directional Stability of Automatic Steered Bodies*". J. Amer. Soc. of Naval engineers, 34(2):pp. 280—309, 1922.
- [2] Carrillo Valencia, V. "*Autosintonía de controladores PID de orden fraccionario mediante autómatas programables*", Proyecto final de Carrera, Ingeniería Técnica Industrial, Electrónica Industrial, Septiembre 2008.
- [3] SCHNEIDER ELECTRIC. Bases de precableado para autómatas tipo Twido.
- [4] Piedrafita, R., Ingeniería de la automatización industrial. RA-MA Editorial, 1999
- [5] ALLEN BRADLEY AUTOMATION SYSTEMS. Entradas y salidas distribuidas.
- [6] AS-I TRADE ORGANIZATION. [<http://www.as-interface.com>]
- [7] CIA, CAN IN AUTOMATION. [<http://www.can-cia.de/can/>]
- [8] CIA, CAN IN AUTOMATION.DEVICENET. [<http://www.can-cia.de/devicenet/>]
- [9] Open Devicenet Vendor Association (ODVA) [<http://www.odva.org>]
- [10] CIA, CAN IN AUTOMATION. CANOPEN. [<http://www.can-cia.de/canopen/>]
- [11] PROFIBUS TRADE ORGANIZATION. [<http://www.profibus.com>]
- [12] INTERBUSCLUB,
[http://www.interbusclub.com/en/doku/pdf/interbus_basics_en.pdf]
- [13] INDUSTRIAL ETHERNET ASSOCIATION.SUPPORTING TRADE ASSOCIATION. [<http://www.industrialethernet.com/ethernet.html>]
- [14] GIGABIT ETHERNET
[<http://www.ethermanage.com/ethernet/pdf/dell-auto-neg.pdf>]

- [15] AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, Schneider Electric, Julio 2011
“*MODICON PREMIUM PLCS TSX 57/PCX 57 COMMUNICATION
NETWORK AND BUS INTERFACES INSTALLATION MANUAL
VOLUME 4*”, Schneider Electric, Mayo 2007

ANEXOS

ANEXO 1: Código de programación de autómatas programables

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Proyecto

Proyecto	CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE PLC'S CONECTACTOS POR ETHERNET
Diseñador	VICTOR CARRILLO VALENCIA
Aplicación	MAESTRO.stu
Versión del software	Unity Pro XL V6.0
Fecha de creación	Desconocido
Fecha de la última modificación	Desconocido
PLC de destino	TSX P57 104M 02.6057-1, Programa de 224Kb, Unitelway

Contenido

1	Portada	1	página
2	Contenido	1	página
3	Información general		
4	Configuración	7	páginas
4.1	0 : Bus X	7	páginas
4.1.1	0 : TSX RKY 8	7	páginas
4.1.1.1	0 : TSX P57 104M	1	página
4.1.1.2	1 : TSX DEY 16FK	1	página
4.1.1.3	2 : TSX DSY 16R5	1	página
4.1.1.4	3 : TSX AEY 414	1	página
4.1.1.5	4 : TSX ASY 410	1	página
4.1.1.6	5 : TSX ETY 5103	1	página
5	Variables e instancias FB	3	páginas
6	Estructura de la aplicación	1	página
7	Comunicación	2	páginas
7.1	Redes	2	páginas
7.1.1	Ethernet_1	2	páginas
8	Programa	4	páginas
8.1	Tareas	4	páginas
8.1.1	MAST	4	páginas
8.1.1.1	Secciones	3	páginas
8.1.1.1.1	Bloque_Control	2	páginas
8.1.1.1.2	Comunicaciones	1	página
9	Tablas de animación	1	página
9.1	Tabla	1	página
10	Pantallas de operador	1	página
10.1	Pantalla	1	página
11	Movimiento	1	página
12	Referencias cruzadas	3	páginas
		Total:	25 páginas

0 : TSX RKY 8

Slot	Familia	Referencia
(P)	Alimentación	TSX PSY 2600M
0	Premium	TSX P57 104M
1	Binario	TSX DEY 16FK
2	Binario	TSX DSY 16R5
3	Analógico	TSX AEY 414
4	Analógico	TSX ASY 410
5	Comunicación	TSX ETY 5103

0.0 : TSX P57 104M

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX P57 104M Designación : 57-1, Programa de 224Kb, Unitelway
Dirección : 0.0 Símbolo :

Característica de memoria

Nombre de la tarjeta de memoria : Ninguna

Modalidad de servicio

Entrada de ejecución/detención : No
Protección de memoria : No
Iniciar ejecución automática : No
Resetear MWi : Sí
Sólo arranque en frío : No

Datos

Cantidad de bits : 256
Cantidad de palabras : 512
Cantidad de constantes : 128
Cantidad de bits de sistema : 128
Cantidad de palabras de sistema : 168

Canal 0 :

Función específica de la aplicación : Conexión Uni-Telway
Tipo de canales de E/S : Canal integrado
Tarea : MAST
Tipo : Maestro
Velocidad de transmisión : 19.200 bits/s Datos : a 8 bits
Detener : a 1 bit Paridad : Impar
Cantidad de slaves : 8
Valor de timeout en MS : 30

Canal 100 :

Función específica de la aplicación : Ninguno
Tipo de canales de E/S : Canal integrado

0.1 : TSX DEY 16FK

Identificación del módulo:

Referencia comercial	: TSX DEY 16FK	Designación	: 16E RAPID 24 VCC SINK CON.
Dirección	: 0.1	Símbolo	:

Parámetros comunes [0-7]

Monitorización de alimentación	: Activo
Tarea	: MAST

Parámetros del canal de entrada [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
0	%IO.1.0.0	Activar_Temp_1_Hrd	4 ms	
1	%IO.1.1.0	Activar_Temp_2_Hrd	4 ms	
2	%IO.1.2.0	Activar_Temp_3_Hrd	4 ms	
3	%IO.1.3.0	Activar_Temp_4_Hrd	4 ms	
4	%IO.1.4.0		4 ms	
5	%IO.1.5.0		4 ms	
6	%IO.1.6.0		4 ms	
7	%IO.1.7.0		4 ms	

Parámetros comunes [8-15]

Monitorización de alimentación	: Activo
Tarea	: MAST

Parámetros del canal de entrada [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
8			4 ms	
9			4 ms	
10			4 ms	
11			4 ms	
12			4 ms	
13			4 ms	
14			4 ms	
15			4 ms	

0.2 : TSX DSY 16R5

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX DSY 16R5
Dirección : 0.2

Designación : 16S RELÉ 50 VA, BL.TER.
Símbolo :

Parámetros comunes [0-7]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
0	%Q0.2.0.0		0
1	%Q0.2.1.0		0
2	%Q0.2.2.0		0
3	%Q0.2.3.0		0
4	%Q0.2.4.0		0
5	%Q0.2.5.0		0
6	%Q0.2.6.0		0
7	%Q0.2.7.0		0

Parámetros comunes [8-15]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
8	%Q0.2.8.0		0
9	%Q0.2.9.0		0
10	%Q0.2.10.0		0
11	%Q0.2.11.0		0
12	%Q0.2.12.0		0
13	%Q0.2.13.0		0
14	%Q0.2.14.0		0
15	%Q0.2.15.0		0

0.3 : TSX AEY 414

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX AEY 414
Dirección : 0.3

Designación : 4 ENTR. ANA. ISO. 16BITS
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Entradas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Escala	Mín.
0	%IW0.3.0.0		+/- 10 V	% ..	-10000
1	%IW0.3.1.0		+/- 10 V	% ..	-10000
2	%IW0.3.2.0		+/- 10 V	% ..	-10000
3	%IW0.3.3.0		De 0 a 10 V	% ..	0

Canal	Máx.	Unidad	Filtrado	Tarea	Prueba de cableado
0	10000	-	0	MAST	-
1	10000	-	0	MAST	-
2	10000	-	0	MAST	-
3	10000	-	0	MAST	-

0.4 : TSX ASY 410

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX ASY 410
Dirección : 0.4

Designación : 4 SALIDAS ANALOG. ISO.
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Salidas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Mín.	Máx.
0	%QW0.4.0.0		+/- 10 V	-10000	10000
1	%QW0.4.1.0		+/- 10 V	-10000	10000
2	%QW0.4.2.0		+/- 10 V	-10000	10000
3	%QW0.4.3.0		+/- 10 V	-10000	10000

Activo	Tare	agresión	Retornar/mantener	Activo	Desborde
0	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
1	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
2	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
3	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0

0.5 : TSX ETY 5103

Identificación del módulo:

Referencia comercial	: TSX ETY 5103	Designación	: MÓDULO ETHERNET TCP/IP, CONFIGURABLE WEB SERVER
Dirección	: 0.5	Símbolo	:

Canal 0 :

Función específica de la aplicación	: ETH TCP IP
Conexión de red	: Ethernet_1
Tarea	: MAST

Variables e instancias FB

BOOL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Activar_temp_4_SC ADA	NO				3	NO
Cambiar_Valores_PID	NO				0	NO
Reloj	NO				4	NO

EBOOL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Activar_Temp_1_Hr d	NO	%I0.1.0	Valor de referencia de temperatura en formato INT		5	NO
Activar_Temp_1_Sft	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT		6	NO
Activar_Temp_2_Hr d	NO	%I0.1.1	Valor de referencia de temperatura en formato INT		5	NO
Activar_Temp_2_Sft	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT		6	NO
Activar_Temp_3_Hr d	NO	%I0.1.2	Valor de referencia de temperatura en formato INT		5	NO
Activar_Temp_3_Sft	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT		6	NO
Activar_Temp_4_Hr d	NO	%I0.1.3	Valor de referencia de temperatura en formato INT		6	NO
Activar_Temp_4_Sft	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT		7	NO

INT

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Consigna_1	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT	25	1	NO
Consigna_2	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT	50	1	NO
Consigna_3	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT	75	1	NO
Consigna_4	NO		Valor de referencia de temperatura en formato INT	35	11	NO
Consigna_Maestro	NO	%MW0			16	NO
Corriente_R_INT	NO	%MW12			3	NO
Temp_Secador_INT	NO	%MW10			1	NO

Mode_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Modo_funcionamiento_PID	NO			0
man	NO			
halt	NO			
en_p	NO			
en_i	NO			
en_d	NO			
d_on_pv	NO			

Para_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Parametros_funcionamiento_PID	NO			0
gain	NO			
ti	NO			
td	NO			
td_lag	NO			
ymax	NO			
ymin	NO			

PID

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FBI_0			0	

Autor:	5 Variables e instancias FB	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 5 - 1/3

Variables e instancias FB

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
<entradas>				
SP	Reference variable			
PV	Controlled variable			
MODE	Operating modes			
man				
halt				
en_p				
en_i				
en_d				
d_on_pv				
PARA	Parameters			
gain				
ti				
td				
td_lag				
y _{max}				
y _{min}				
FEED_FWD	Disturbance variable			
YMAN	Manually manipulated value			
<salidas>				
ERR	System deviation			
STATUS	Y output status			
q _{max}				
q _{min}				
<entradas/salidas>				
Y	Manipulated variable			

REAL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Corriente_R_REAL	NO				6	NO
Temp_Secador_REAL	NO				7	NO
Valor_K	NO			0.05	3	NO

Stat_MAXMIN

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Estado_de_Salida	NO			0
q _{max}	NO			
q _{min}	NO			

TIME

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Valor_Ti	NO			t#250ms	3	NO
Valor_Tp	NO			t#50ms	3	NO

TOF

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FBI_3			1	
<entradas>				
IN	Start delay			
PT	Preset delay time			
<salidas>				
Q	Delayed output			
ET	Internal time			

TON

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FBI_1			1	
<entradas>				

Autor:	5 Variables e instancias FB	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 5 - 2/3

Variables e instancias FB

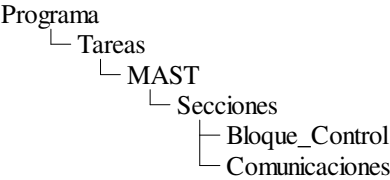
Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
IN	Start delay			
PT	Preset delay time			
<salidas>				
Q	Delayed output			
ET	Internal time			
FBI_2			0	
<entradas>				
IN	Start delay			
PT	Preset delay time			
<salidas>				
Q	Delayed output			
ET	Internal time			

Estructura de la aplicación

VISTA ESTRUCTURAL

SECCIÓN	CONDICIÓN DE VALIDACIÓN	COMENTARIO DE SECCIÓN	MÓDULO	LENGUAJE
Bloque_Control				FBD
Comunicaciones				FBD

CALL TREE



Tipo de red: Ethernet
Comentario:
Red conectada: SÍ

Familia: Ethernet_Premium_Regular
Módulo de dirección: \0.0\0.5.0

Nombre: Ethernet_1

Configuración IP

Configuración de dirección IP	Configurado
Dirección IP:	120.23.3.1
Máscara de subred:	255.255.255.0
Dirección de pasarela:	0.0.0.0
Configuración Ethernet	802.3

Mensajes

Dirección XWAY	Red:	0	Estación:	0
----------------	------	---	-----------	---

Configuración de conexión

Control de acceso:	Bloquear
--------------------	----------

Exploración de E/S

Bloq ctrl disp:	Bloquear	
Leer ref.	De	10
	a	19
Escribir ref.	De	0
	a	0

E/S explorados

Dirección IP	Estado del dispositivo	Nombre del dispositivo	Tipo de dispositivo	Longitud de ENTRADA necesaria	Longitud de SALIDA necesaria	ID de unidad
120.23.3.2	No hay dispositivos			0	0	255

Dirección IP	Sintaxis de esclavo	Timeout de perturbación (ms)	Velocidad de repetición (ms)	Leer objeto maestro	Leer Ref. de esclavo	Leer longitud
120.23.3.2	IEC 0	1500	60	%MW10	%MW0	10

Dirección IP	Último valor (entrada)	Escribir objeto maestro	Escribir Ref. de esclavo	Escribir longitud	Descripción
--------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------	-------------

Autor:	7.1 Redes 7.1.1 Ethernet_1	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 7.1.1 - 1/2

SNMP Ethernet

Administradores de dirección IP

Administrador 1 de dirección IP: 0.0.0.0

Administrador 2 de dirección IP: 0.0.0.0

Agente

Localización (SysLocation):

Contacto (SysContact):

Administrador SNMP :

Bloquear

Nombres de comunidad

Ajustar: public

Obtener: public

Captura: public

Seguridad

Habilitar captura de errores de autenticación :

Bloquear

Ancho de banda

Periodo:

0 ms

Información de mensajes

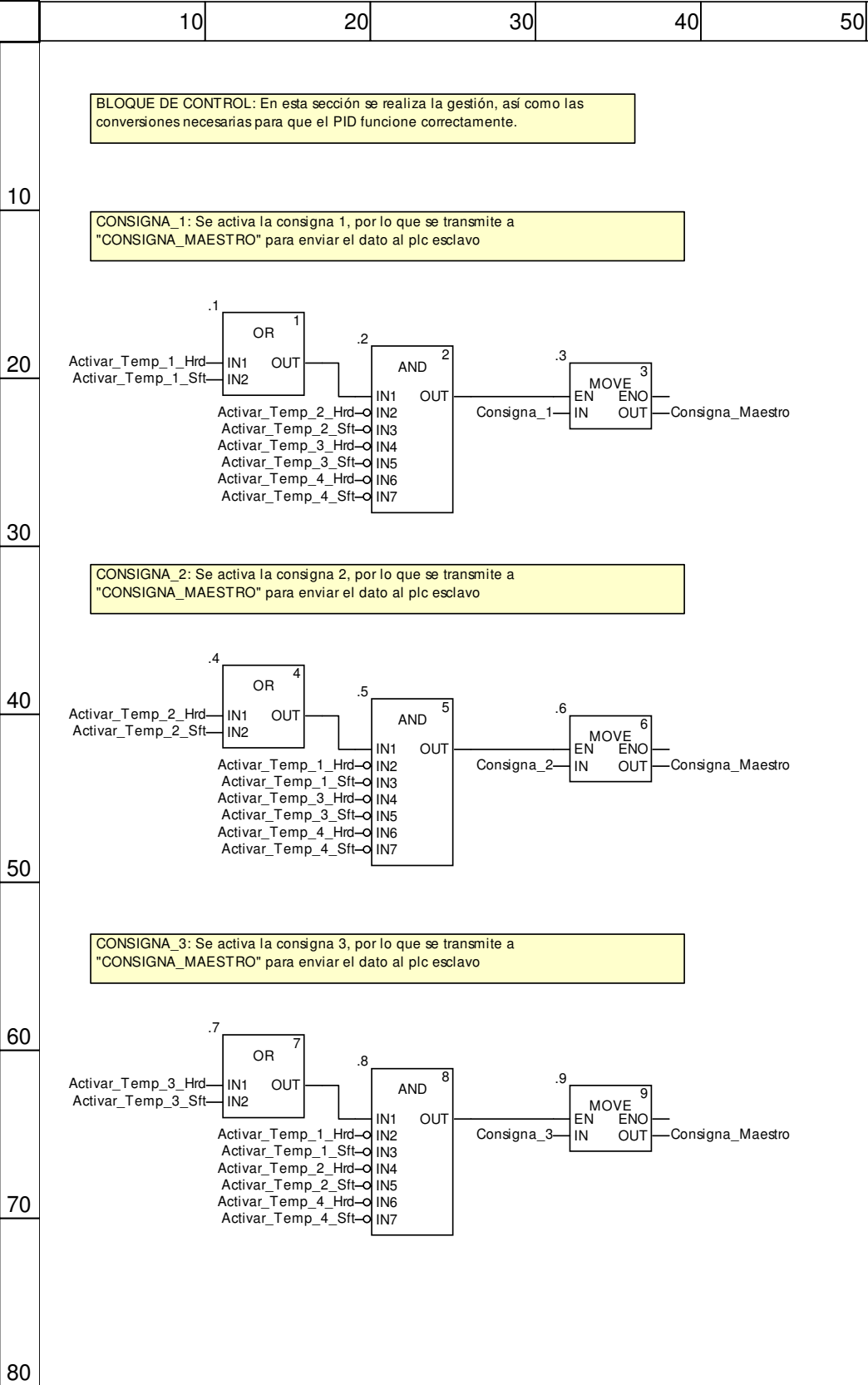
0 Transacciones/segundo de MS

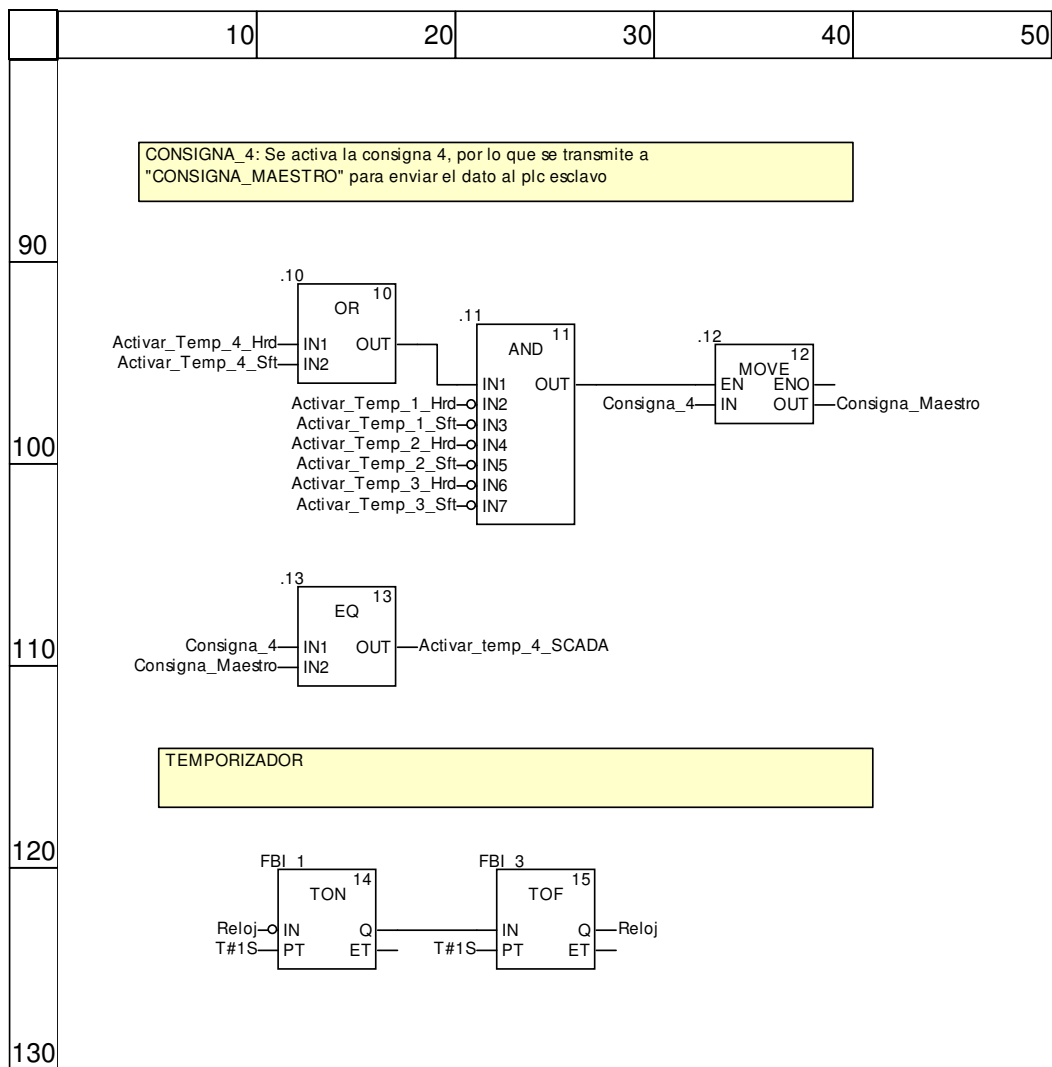
MAST

Propiedades específicas

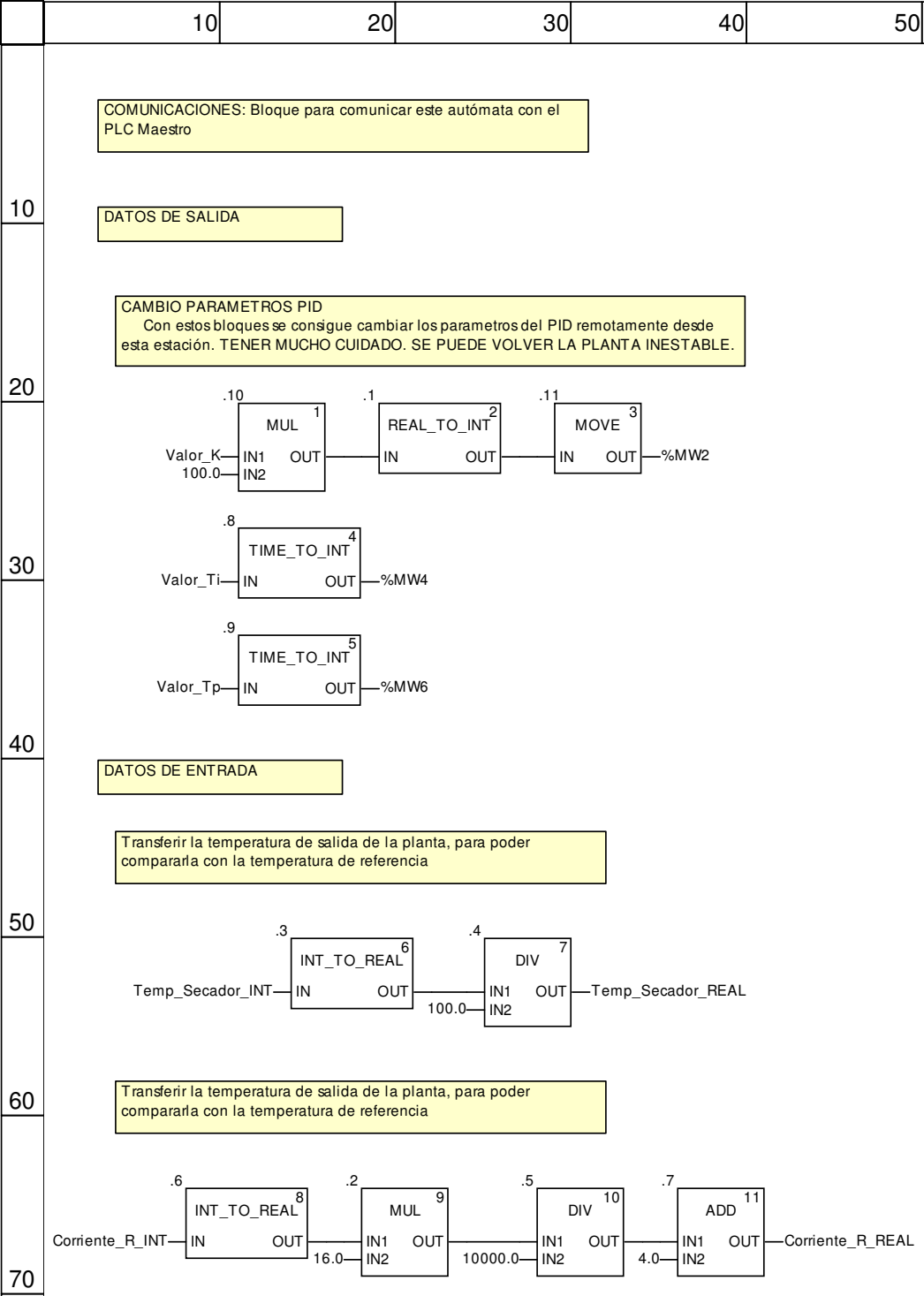
Configuración	Cíclica
Configuración del periodo de tareas	0
Configuración del tiempo de watchdog	250

Bloque_Control : [MAST]





Comunicaciones : [MAST]



Tablas de animación

Nombre de tabla: Tabla

Comentario de tabla:

Módulo funcional:

Nombre	Tipo	Comentario
Activar_Temp_1_Sft	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_2_Sft	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_3_Sft	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_4_Sft	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_1_Hrd	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_2_Hrd	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_3_Hrd	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Activar_Temp_4_Hrd	EBOOL	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Consigna_4	INT	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Consigna_Maestro	INT	
Corriente_R_REAL	REAL	
Temp_Secador_REAL	REAL	
Valor_K	REAL	
%MW2	INT	
Valor_Ti	TIME	
%MW4	INT	
Valor_Tp	TIME	
%MW6	INT	
%MW0	INT	

CONTROL DE

VALORES DE

Activar Consigna 1



25

Activar Consigna 2



50

Activar Consigna 3



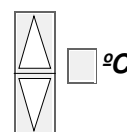
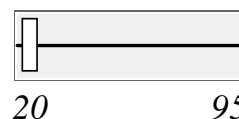
75

CONFIGURACIÓN DE

Activar Consigna 4



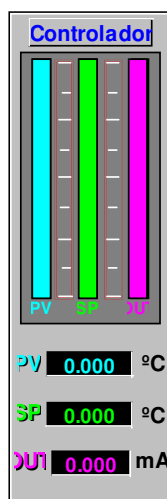
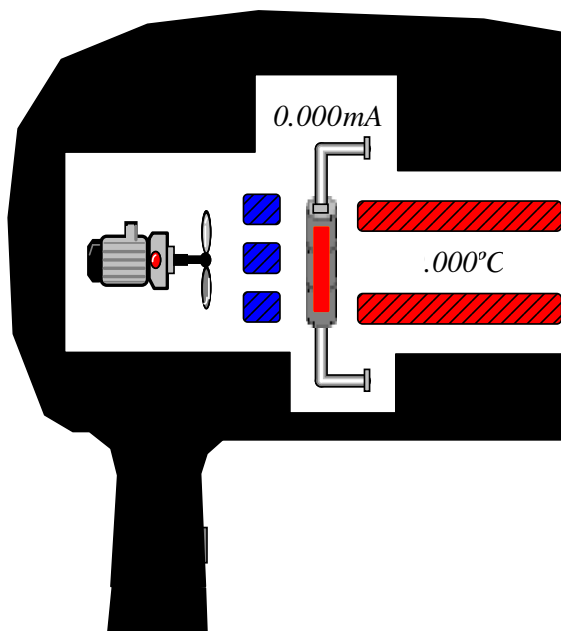
Tex1



VALORES DE LA

EMPERATUR
0.000°C

CORRIENTE
0.000mA



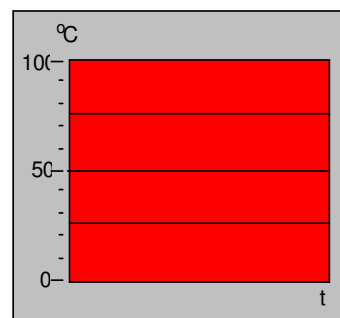
PV: Temperatura del
SP: Temperatura de
OUT: Corriente por la

CAMBIAR

K

T_i

T_f



Eje de movimiento

Autor:	11 Movimiento	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 11 - 1/1

Referencias cruzadas

Aplicación:

Direcciones

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
%M1	Pantalla		L
			L
			L
			L
			L
			L
			L
			L
			L
%MF10	Pantalla		L
			L
%MF12	Pantalla		L
			L
%MW0	Variables e instancias FB	Consigna_Maestro	A
%MW10	Ethernet_1	Exploración de E/S: maestro de ref. de lectura, fila 1	L/E
	Variables e instancias FB	Temp_Secador_INT	A
%MW2	Comunicaciones : [MAST]	(I: 20, c: 29)	E
%MW4	Comunicaciones : [MAST]	(I: 27, c: 11)	E
%MW6	Comunicaciones : [MAST]	(I: 33, c: 11)	E

Variables o instancias FB

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
Activar_Temp_1_Hrd	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 16, c: 11)	L
Activar_Temp_1_Sft	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 16, c: 11)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)
Activar_Temp_2_Hrd	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 37, c: 11)	L
		(I: 18, c: 20)	L
Activar_Temp_2_Sft	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 37, c: 11)	L
		(I: 18, c: 20)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)
Activar_Temp_3_Hrd	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 59, c: 11)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 18, c: 20)	L
Activar_Temp_3_Sft	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	L
		(I: 59, c: 11)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 18, c: 20)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)
Activar_Temp_4_Hrd	Bloque_Control : [MAST]	(I: 91, c: 12)	L

Autor:	12 Referencias cruzadas	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 12 - 1/3

Este documento es propiedad de XXX y no se puede reproducir ni comercializar sin autorización previa.

Referencias cruzadas

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 18, c: 20)	L
	<Pantalla>Pantalla		L (x1)
Activar_Temp_4_Sft	Bloque_Control : [MAST]	(I: 91, c: 12)	L
		(I: 61, c: 20)	L
		(I: 39, c: 20)	L
		(I: 18, c: 20)	L
	<Pantalla>Pantalla		L (x1)
			L/E (x1)
Activar_temp_4_SCADA	Bloque_Control : [MAST]	(I: 106, c: 12)	E
	<Pantalla>Pantalla		L (x2)
Consigna_1	Bloque_Control : [MAST]	(I: 19, c: 32)	L
Consigna_2	Bloque_Control : [MAST]	(I: 40, c: 32)	L
Consigna_3	Bloque_Control : [MAST]	(I: 62, c: 32)	L
Consigna_4	Bloque_Control : [MAST]	(I: 94, c: 33)	L
		(I: 106, c: 12)	L
	<Pantalla>Pantalla		L (x5)
			L/E (x3)
Consigna_Maestro	Bloque_Control : [MAST]	(I: 94, c: 33)	E
		(I: 106, c: 12)	L
		(I: 62, c: 32)	E
		(I: 40, c: 32)	E
		(I: 19, c: 32)	E
	<Pantalla>Pantalla		L (x10)
Corriente_R_INT	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 8)	L
	<Pantalla>Pantalla		L (x2)
Corriente_R_REAL	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 36)	E
	<Pantalla>Pantalla		L (x4)
FBI_1	Bloque_Control : [MAST]	(I: 120, c: 11)	LLAM F
FBI_3	Bloque_Control : [MAST]	(I: 120, c: 22)	LLAM F
Reloj	Bloque_Control : [MAST]	(I: 120, c: 11)	L
		(I: 120, c: 22)	E
	<Pantalla>Pantalla		L (x2)
Temp_Secador_INT	Comunicaciones : [MAST]	(I: 50, c: 14)	L
Temp_Secador_REAL	Comunicaciones : [MAST]	(I: 50, c: 25)	E
	<Pantalla>Pantalla		L (x5)
Valor_K	Comunicaciones : [MAST]	(I: 20, c: 11)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)
Valor_Ti	Comunicaciones : [MAST]	(I: 27, c: 11)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)
Valor_Tp	Comunicaciones : [MAST]	(I: 33, c: 11)	L
	<Pantalla>Pantalla		L/E (x1)

Objetos EF

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
add	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 36)	LLAM F
add_real	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 36)	LLAM F
and	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	LLAM F
		(I: 61, c: 20)	LLAM F
		(I: 39, c: 20)	LLAM F
		(I: 18, c: 20)	LLAM F
and_bool	Bloque_Control : [MAST]	(I: 93, c: 21)	LLAM F
		(I: 61, c: 20)	LLAM F
		(I: 39, c: 20)	LLAM F
		(I: 18, c: 20)	LLAM F
div	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 28)	LLAM F
		(I: 50, c: 25)	LLAM F
div_real	Comunicaciones : [MAST]	(I: 64, c: 28)	LLAM F

Autor:	12 Referencias cruzadas	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROL PID DE UN SECADOR MEDIANTE...		Página: 12 - 2/3

Referencias cruzadas

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
		(l: 50, c: 25)	LLAM F
eq	Bloque_Control : [MAST]	(l: 106, c: 12)	LLAM F
eq_int	Bloque_Control : [MAST]	(l: 106, c: 12)	LLAM F
int_to_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 64, c: 8)	LLAM F
		(l: 50, c: 14)	LLAM F
move	Bloque_Control : [MAST]	(l: 94, c: 33)	LLAM F
		(l: 62, c: 32)	LLAM F
		(l: 40, c: 32)	LLAM F
		(l: 19, c: 32)	LLAM F
	Comunicaciones : [MAST]	(l: 20, c: 29)	LLAM F
mul	Comunicaciones : [MAST]	(l: 20, c: 11)	LLAM F
		(l: 64, c: 18)	LLAM F
mul_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 20, c: 11)	LLAM F
		(l: 64, c: 18)	LLAM F
or	Bloque_Control : [MAST]	(l: 91, c: 12)	LLAM F
		(l: 59, c: 11)	LLAM F
		(l: 37, c: 11)	LLAM F
		(l: 16, c: 11)	LLAM F
or_bool	Bloque_Control : [MAST]	(l: 91, c: 12)	LLAM F
		(l: 59, c: 11)	LLAM F
		(l: 37, c: 11)	LLAM F
		(l: 16, c: 11)	LLAM F
real_to_int	Comunicaciones : [MAST]	(l: 20, c: 19)	LLAM F
time_to_int	Comunicaciones : [MAST]	(l: 27, c: 11)	LLAM F
		(l: 33, c: 11)	LLAM F

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Proyecto

Proyecto	CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S CONECTADOS POR ETHERNET
Diseñador	VICTOR CARRILLO VALENCIA
Aplicación	ESCLAVO.stu
Versión del software	Unity Pro XL V6.0
Fecha de creación	Desconocido
Fecha de la última modificación	Desconocido
PLC de destino	TSX P57 104M 02.6057-1, Programa de 224Kb, Unitelway

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Proyecto

Proyecto	CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S CONECTADOS POR ETHERNET
Diseñador	VICTOR CARRILLO VALENCIA
Aplicación	ESCLAVO.stu
Versión del software	Unity Pro XL V6.0
Fecha de creación	Desconocido
Fecha de la última modificación	Desconocido
PLC de destino	TSX P57 104M 02.6057-1, Programa de 224Kb, Unitelway

Contenido

1 Portada	1 página
2 Contenido	1 página
3 Información general	1 página
4 Configuración	7 páginas
4.1 0 : Bus X	7 páginas
4.1.1 0 : TSX RKY 8	7 páginas
4.1.1.1 0 : TSX P57 104M	1 página
4.1.1.2 1 : TSX DEY 16FK	1 página
4.1.1.3 2 : TSX DSY 16R5	1 página
4.1.1.4 3 : TSX AEY 414	1 página
4.1.1.5 4 : TSX ASY 410	1 página
4.1.1.6 5 : TSX ETY 5103	1 página
5 Variables e instancias FB	2 páginas
6 Estructura de la aplicación	1 página
7 Comunicación	2 páginas
7.1 Redes	2 páginas
7.1.1 Ethernet_1	2 páginas
8 Programa	5 páginas
8.1 Tareas	5 páginas
8.1.1 MAST	5 páginas
8.1.1.1 Secciones	4 páginas
8.1.1.1.1 PID	2 páginas
8.1.1.1.2 Bloque_Control	1 página
8.1.1.1.3 Comunicaciones	1 página
9 Tablas de animación	1 página
9.1 Tabla	1 página
10 Movimiento	1 página
11 Referencias cruzadas	2 páginas
Total:	24 páginas

Información general

Autómata esclavo capaz de realizar el control PID de temperatura de un secador

0 : TSX RKY 8

Slot	Familia	Referencia
(P)	Alimentación	TSX PSY 2600M
0	Premium	TSX P57 104M
1	Binario	TSX DEY 16FK
2	Binario	TSX DSY 16R5
3	Analógico	TSX AEY 414
4	Analógico	TSX ASY 410
5	Comunicación	TSX ETY 5103

0.0 : TSX P57 104M

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX P57 104M Designación : 57-1, Programa de 224Kb, Unitelway
Dirección : 0.0 Símbolo :

Característica de memoria

Nombre de la tarjeta de memoria : Ninguna

Modalidad de servicio

Entrada de ejecución/detención : No
Protección de memoria : No
Iniciar ejecución automática : No
Resetear MWi : Sí
Sólo arranque en frío : No

Datos

Cantidad de bits : 256
Cantidad de palabras : 512
Cantidad de constantes : 128
Cantidad de bits de sistema : 128
Cantidad de palabras de sistema : 168

Canal 0 :

Función específica de la aplicación : Conexión Uni-Telway
Tipo de canales de E/S : Canal integrado
Tarea : MAST
Tipo : Maestro
Velocidad de transmisión : 19.200 bits/s Datos : a 8 bits
Detener : a 1 bit Paridad : Impar
Cantidad de slaves : 8
Valor de timeout en MS : 30

Canal 100 :

Función específica de la aplicación : Ninguno
Tipo de canales de E/S : Canal integrado

0.1 : TSX DEY 16FK

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX DEY 16FK
Dirección : 0.1

Designación : 16E RAPID 24 VCC SINK CON.
Símbolo :

Parámetros comunes [0-7]

Monitorización de alimentación : Activo
Tarea : MAST

Parámetros del canal de entrada [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
0	%IO.1.0.0		4 ms	
1	%IO.1.1.0		4 ms	
2	%IO.1.2.0		4 ms	
3	%IO.1.3.0		4 ms	
4	%IO.1.4.0		4 ms	
5	%IO.1.5.0		4 ms	
6	%IO.1.6.0		4 ms	
7	%IO.1.7.0		4 ms	

Parámetros comunes [8-15]

Monitorización de alimentación : Activo
Tarea : MAST

Parámetros del canal de entrada [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
8			4 ms	
9			4 ms	
10			4 ms	
11			4 ms	
12			4 ms	
13			4 ms	
14			4 ms	
15			4 ms	

0.2 : TSX DSY 16R5

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX DSY 16R5
Dirección : 0.2

Designación : 16S RELÉ 50 VA, BL.TER.
Símbolo :

Parámetros comunes [0-7]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
0	%Q0.2.0.0		0
1	%Q0.2.1.0		0
2	%Q0.2.2.0		0
3	%Q0.2.3.0		0
4	%Q0.2.4.0		0
5	%Q0.2.5.0		0
6	%Q0.2.6.0		0
7	%Q0.2.7.0		0

Parámetros comunes [8-15]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
8	%Q0.2.8.0		0
9	%Q0.2.9.0		0
10	%Q0.2.10.0		0
11	%Q0.2.11.0		0
12	%Q0.2.12.0		0
13	%Q0.2.13.0		0
14	%Q0.2.14.0		0
15	%Q0.2.15.0		0

0.3 : TSX AEY 414

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX AEY 414
Dirección : 0.3

Designación : 4 ENTR. ANA. ISO. 16BITS
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Entradas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Escala	Mín.
0	%IW0.3.0.0		+/- 10 V	% ..	-10000
1	%IW0.3.1.0		+/- 10 V	% ..	-10000
2	%IW0.3.2.0		+/- 10 V	% ..	-10000
3	%IW0.3.3.0	Senal_Salida_Planta	De 0 a 10 V	% ..	0

Canal	Máx.	Unidad	Filtrado	Tarea	Prueba de cableado
0	10000	-	0	MAST	-
1	10000	-	0	MAST	-
2	10000	-	0	MAST	-
3	10000	-	0	MAST	-

0.4 : TSX ASY 410

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX ASY 410
Dirección : 0.4

Designación : 4 SALIDAS ANALOG. ISO.
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Salidas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Mín.	Máx.
0	%QW0.4.0.0		+/- 10 V	-10000	10000
1	%QW0.4.1.0		+/- 10 V	-10000	10000
2	%QW0.4.2.0		+/- 10 V	-10000	10000
10000	%QW0.4.3.0	Senal_Entrada_Planta	De 4 a 20 mA		0

Activo	Tare	agresión	Retornar/mantener	Activo	Desborde
0	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
1	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
2	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
3	-500	Sí	10500	Sí	MAST 0

0.5 : TSX ETY 5103

Identificación del módulo:

Referencia comercial	: TSX ETY 5103	Designación	: MÓDULO ETHERNET TCP/IP, CONFIGURABLE WEB SERVER
Dirección	: 0.5	Símbolo	:

Canal 0 :

Función específica de la aplicación	: ETH TCP IP
Conexión de red	: Ethernet_1
Tarea	: MAST

Variables e instancias FB

BOOL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
V_AuxBool3	NO				1	NO
V_AuxBool4	NO				1	NO
V_AuxBool5	NO				1	NO

INT

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Consigna_Sclvo_Aux_INT	NO	%MW10	Valor de referencia de temperatura en formato INT		2	NO
Senal_Entrada_Planta	NO	%QW0.4.3	Salida analógica (mA) del PLC para aumentar la temperatura (INT)		3	NO
Senal_Salida_Planta	NO	%IW0.3.3	Entrada analógica (mV) del PLC equivalente a la TEMPERATURA de salida (INT)		3	NO
Valor_K_INT	NO	%MW12			1	NO

Mode_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Modo_funcionamiento_PID	NO			7
man	NO			
halt	NO			
en_p	NO			
en_i	NO			
en_d	NO			
d_on_pv	NO			

Para_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Parametros_funcionamiento_PID	NO			7
gain	NO			
ti	NO			
td	NO			
td_lag	NO			
ymax	NO			
ymin	NO			

PID

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FBI_0			1	
<entradas>				
SP	Reference variable			
PV	Controlled variable			
MODE	Operating modes			
man				
halt				
en_p				
en_i				
en_d				
d_on_pv				
PARA	Parameters			
gain				
ti				
td				
td_lag				
ymax				
ymin				

Autor:	5 Variables e instancias FB	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COL...		Página: 5 - 1/2

Este documento es propiedad de XXX y no se puede reproducir ni comercializar sin autorización previa.

Variables e instancias FB

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FEED_FWD	Disturbance variable			
YMAN	Manually manipulated value			
<salidas>				
ERR	System deviation			
STATUS	Y output status			
qmax				
qmin				
<entradas/salidas>				
Y	Manipulated variable			

REAL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Consigna_Sclvo_REAL	NO		Valor de referencia de temperatura en formato REAL		3	NO
Desviacion_Entrada_y_Salida	NO				1	NO
Salida_PID	NO				4	NO
Valor_K_REAL	NO				3	NO
Valor_Salida_PID_E n Manual	NO				2	NO
Variable_a_vigilar	NO		Valor de temperatura a controlar (Salida de la planta)		3	NO

Stat_MAXMIN

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Estado_de_Salida	NO			3
qmax	NO			
qmin	NO			

TIME

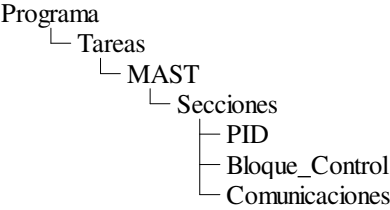
Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Valor_Ti_TIME	NO	%MW14			2	NO
Valor_Tp_TIME	NO	%MW16			2	NO

Estructura de la aplicación

VISTA ESTRUCTURAL

SECCIÓN	CONDICIÓN DE VALIDACIÓN	COMENTARIO DE SECCIÓN	MÓDULO	LENGUAJE
PID				FBD
Bloque_Control				FBD
Comunicaciones				FBD

CALL TREE



Tipo de red: Ethernet
Comentario:
Red conectada: SÍ

Familia: Ethernet_Premium_Regular
Módulo de dirección: \0.0\0.5.0

Nombre: Ethernet_1

Configuración IP

Configuración de dirección IP	Configurado
Dirección IP:	120.23.3.2
Máscara de subred:	255.255.255.0
Dirección de pasarela:	0.0.0.0
Configuración Ethernet	802.3

Mensajes

Dirección XWAY	Red:	0	Estación:	0
----------------	------	---	-----------	---

Configuración de conexión

Control de acceso:	Bloquear
--------------------	----------

Exploración de E/S

Bloq ctrl disp:	Bloquear	
Leer ref.	De	10
	a	19
Escribir ref.	De	0
	a	0

E/S explorados

Dirección IP	Estado del dispositivo	Nombre del dispositivo	Tipo de dispositivo	Longitud de ENTRADA necesaria	Longitud de SALIDA necesaria	ID de unidad
120.23.3.1	No hay dispositivos			0	0	255

Dirección IP	Sintaxis de esclavo	Timeout de perturbación (ms)	Velocidad de repetición (ms)	Leer objeto maestro	Leer Ref. de esclavo	Leer longitud
120.23.3.1	IEC 0	1500	60	%MW10	%MW0	10

Dirección IP	Último valor (entrada)	Escribir objeto maestro	Escribir Ref. de esclavo	Escribir longitud	Descripción
--------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------	-------------

Autor:	7.1 Redes 7.1.1 Ethernet_1	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COI...		Página: 7.1.1 - 1/2

SNMP Ethernet

Administradores de dirección IP

Administrador 1 de dirección IP: 0.0.0.0

Administrador 2 de dirección IP: 0.0.0.0

Agente

Localización (SysLocation):

Contacto (SysContact):

Administrador SNMP : Bloquear

Nombres de comunidad

Ajustar: public

Obtener: public

Captura: public

Seguridad

Habilitar captura de errores de autenticación :

Bloquear

Ancho de banda

Periodo: 0 ms

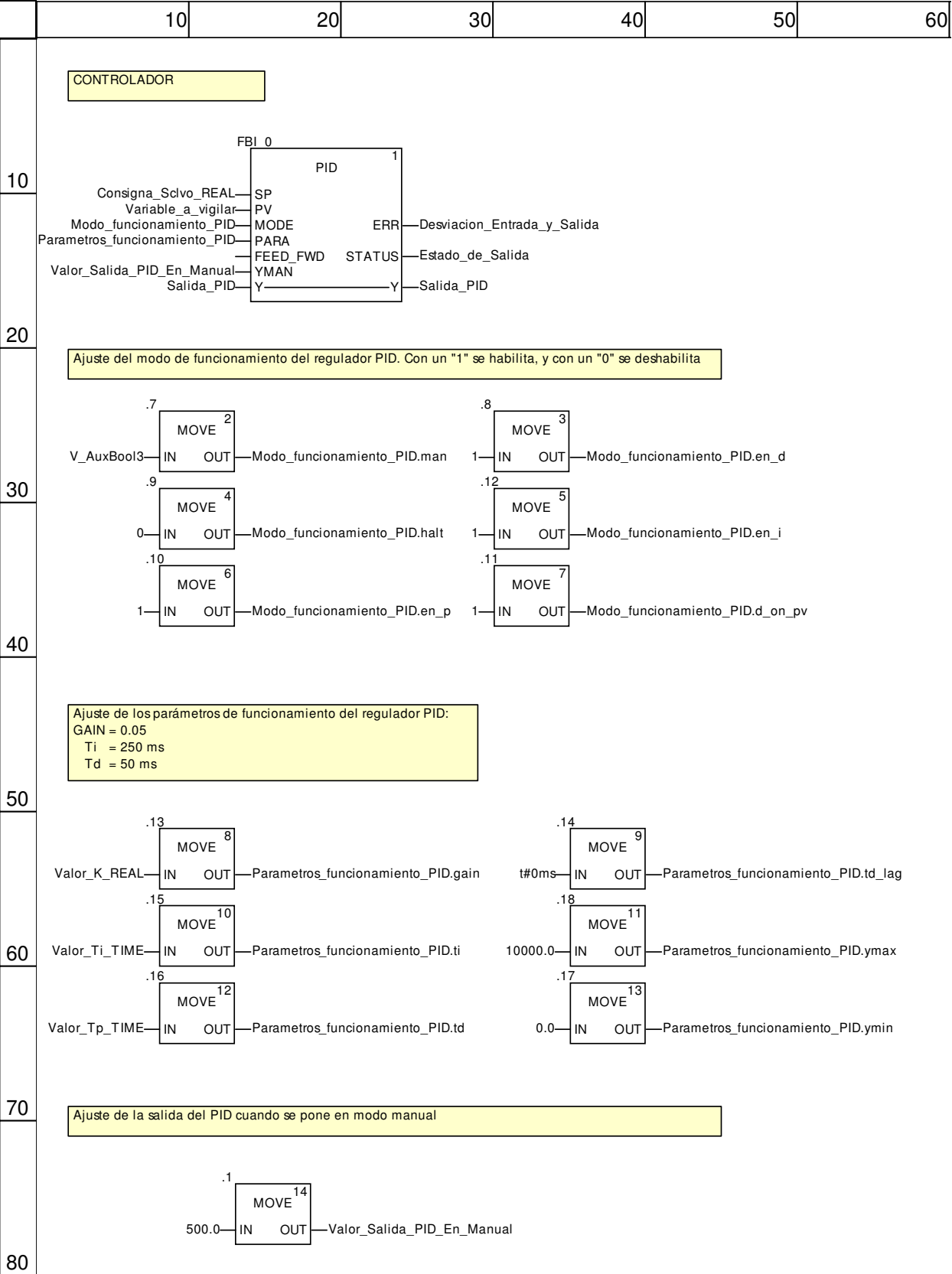
Información de mensajes 0 Transacciones/segundo de MS

MAST

Propiedades específicas

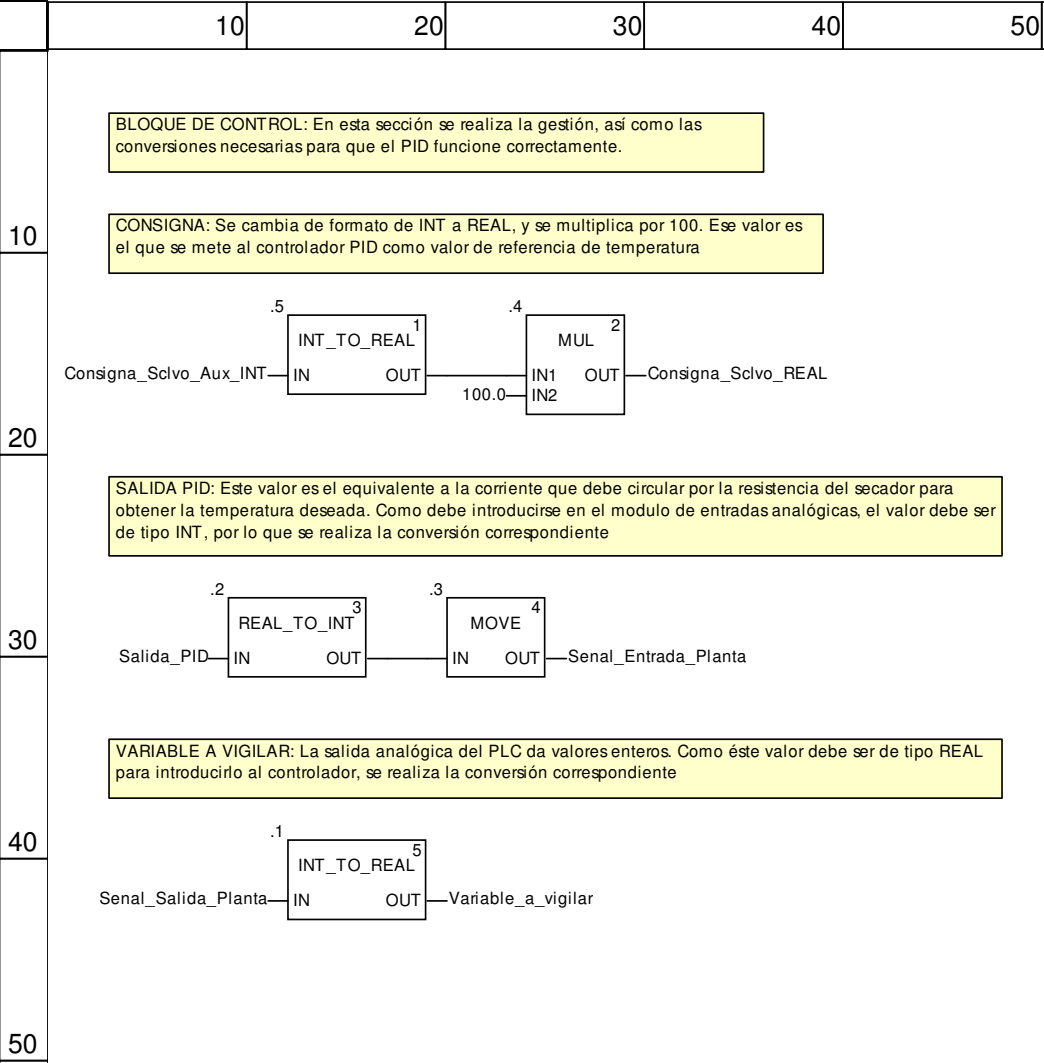
Configuración	Cíclica
Configuración del periodo de tareas	0
Configuración del tiempo de watchdog	250

PID : [MAST]

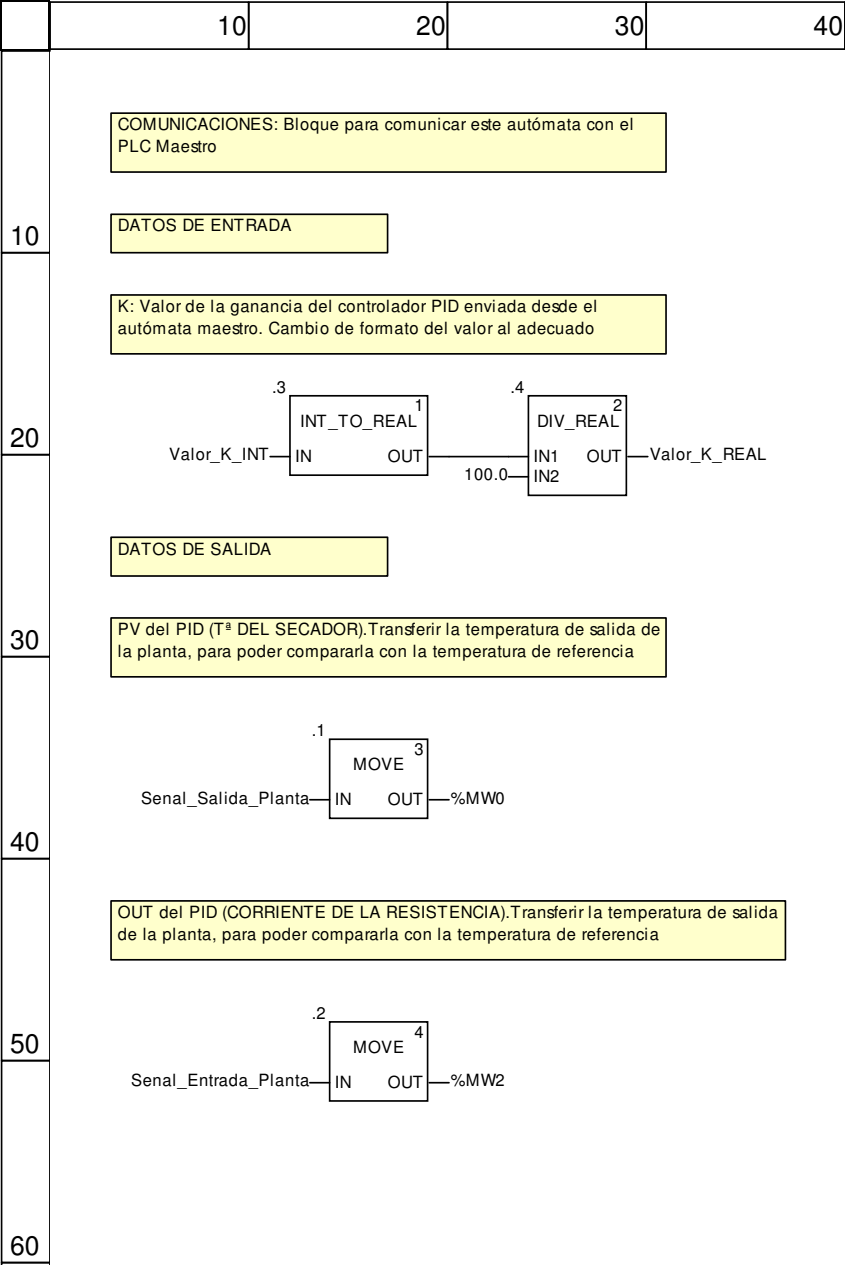


	10	20	30	40	50	60
90	<div>Lectura si el PID está saturado por arriba o por abajo</div>					
100	<div> <div>.2</div> <div> <div>MOVE¹⁵</div> <div>Estado_de_Salida.qmax—IN OUT—V_AuxBool4</div> </div> </div>					
110	<div> <div>.3</div> <div> <div>MOVE¹⁶</div> <div>Estado_de_Salida.qmin—IN OUT—V_AuxBool5</div> </div> </div>					

Bloque_Control : [MAST]



Comunicaciones : [MAST]



Tablas de animación

Nombre de tabla: Tabla

Comentario de tabla:

Módulo funcional:

Nombre	Tipo	Comentario
Variable_a_vigilar	REAL	Valor de temperatura a controlar (Salida de la planta)
Salida_PID	REAL	
Consigna_Sclvo_Aux_INT	INT	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Senal_Salida_Planta	INT	Entrada analógica (mV) del PLC equivalente a la TEMPERATURA de salida (INT)
Senal_Entrada_Planta	INT	Salida analógica (mA) del PLC para aumentar la temperatura (INT)
Consigna_Sclvo_REAL	REAL	Valor de referencia de temperatura en formato REAL
Valor_K_REAL	REAL	
Valor_Ti_TIME	TIME	
Valor_Tp_TIME	TIME	

Eje de movimiento

Referencias cruzadas

Aplicación:

Direcciones

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
%MW0	Comunicaciones : [MAST]	(I: 34, c: 14)	E
%MW10	Ethernet_1	Exploración de E/S: maestro de ref. de lectura, fila 1	L/E
	Variables e instancias FB	Consigna_Sclvo_Aux _INT	A
%MW2	Comunicaciones : [MAST]	(I: 48, c: 14)	E

Variables o instancias FB

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
Consigna_Sclvo_Aux_INT	Bloque_Control : [MAST]	(I: 13, c: 12)	L
Consigna_Sclvo_REAL	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 13, c: 24)	E
Desviacion_Entrada_y_Salida	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	E
Estado_de_Salida	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	E
		(I: 89, c: 13)	L
		(I: 97, c: 13)	L
FBI_0	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	LLAM F
Modo_funcionamiento_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 24, c: 8)	E
		(I: 24, c: 30)	E
		(I: 29, c: 8)	E
		(I: 34, c: 8)	E
		(I: 34, c: 30)	E
		(I: 29, c: 30)	E
Parametros_funcionamiento_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 51, c: 35)	E
		(I: 56, c: 8)	E
		(I: 61, c: 8)	E
		(I: 61, c: 35)	E
		(I: 56, c: 35)	E
		(I: 51, c: 8)	E
Salida_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L/E
		(I: 7, c: 14)	L/E
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 27, c: 9)	L
Senal_Entrada_Planta	Comunicaciones : [MAST]	(I: 48, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 27, c: 20)	E
Senal_Salida_Planta	Comunicaciones : [MAST]	(I: 34, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 39, c: 12)	L
V_AuxBool3	PID : [MAST]	(I: 24, c: 8)	L
V_AuxBool4	PID : [MAST]	(I: 89, c: 13)	E
V_AuxBool5	PID : [MAST]	(I: 97, c: 13)	E
Valor_K_INT	Comunicaciones : [MAST]	(I: 17, c: 12)	L
Valor_K_REAL	PID : [MAST]	(I: 51, c: 8)	L
	Comunicaciones : [MAST]	(I: 17, c: 24)	E
Valor_Salida_PID_En_Manual	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 74, c: 13)	E
Valor_Ti_TIME	PID : [MAST]	(I: 56, c: 8)	L
Valor_Tp_TIME	PID : [MAST]	(I: 61, c: 8)	L
Variable_a_vigilar	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 39, c: 12)	E

Objetos EF

Autor:	11 Referencias cruzadas	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COI...		Página: 11 - 1/2

Este documento es propiedad de XXX y no se puede reproducir ni comercializar sin autorización previa.

Referencias cruzadas

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
div_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 17, c: 24)	LLAM F
int_to_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 17, c: 12)	LLAM F
	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 12)	LLAM F
		(l: 39, c: 12)	LLAM F
move	PID : [MAST]	(l: 34, c: 8)	LLAM F
		(l: 29, c: 8)	LLAM F
		(l: 24, c: 8)	LLAM F
		(l: 34, c: 30)	LLAM F
		(l: 24, c: 30)	LLAM F
		(l: 29, c: 30)	LLAM F
		(l: 89, c: 13)	LLAM F
		(l: 97, c: 13)	LLAM F
		(l: 74, c: 13)	LLAM F
		(l: 61, c: 8)	LLAM F
		(l: 56, c: 35)	LLAM F
		(l: 61, c: 35)	LLAM F
		(l: 56, c: 8)	LLAM F
		(l: 51, c: 8)	LLAM F
		(l: 51, c: 35)	LLAM F
	Comunicaciones : [MAST]	(l: 48, c: 14)	LLAM F
		(l: 34, c: 14)	LLAM F
	Bloque_Control : [MAST]	(l: 27, c: 20)	LLAM F
mul	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 24)	LLAM F
mul_real	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 24)	LLAM F
real_to_int	Bloque_Control : [MAST]	(l: 27, c: 9)	LLAM F

Contenido

1 Portada	1 página
2 Contenido	1 página
3 Información general	1 página
4 Configuración	7 páginas
4.1 0 : Bus X	7 páginas
4.1.1 0 : TSX RKY 8	7 páginas
4.1.1.1 0 : TSX P57 104M	1 página
4.1.1.2 1 : TSX DEY 16FK	1 página
4.1.1.3 2 : TSX DSY 16R5	1 página
4.1.1.4 3 : TSX AEY 414	1 página
4.1.1.5 4 : TSX ASY 410	1 página
4.1.1.6 5 : TSX ETY 5103	1 página
5 Variables e instancias FB	2 páginas
6 Estructura de la aplicación	1 página
7 Comunicación	2 páginas
7.1 Redes	2 páginas
7.1.1 Ethernet_1	2 páginas
8 Programa	5 páginas
8.1 Tareas	5 páginas
8.1.1 MAST	5 páginas
8.1.1.1 Secciones	4 páginas
8.1.1.1.1 PID	2 páginas
8.1.1.1.2 Bloque_Control	1 página
8.1.1.1.3 Comunicaciones	1 página
9 Tablas de animación	1 página
9.1 Tabla	1 página
10 Movimiento	1 página
11 Referencias cruzadas	2 páginas

Total: 24 páginas

Información general

Autómata esclavo capaz de realizar el control PID de temperatura de un secador

0 : TSX RKY 8

Slot	Familia	Referencia
(P)	Alimentación	TSX PSY 2600M
0	Premium	TSX P57 104M
1	Binario	TSX DEY 16FK
2	Binario	TSX DSY 16R5
3	Analógico	TSX AEY 414
4	Analógico	TSX ASY 410
5	Comunicación	TSX ETY 5103

0.0 : TSX P57 104M

Identificación del módulo:

Referencia comercial	: TSX P57 104M	Designación	: 57-1, Programa de 224Kb, Unitelway
Dirección	: 0.0	Símbolo	:

Característica de memoria

Nombre de la tarjeta de memoria : Ninguna

Modalidad de servicio

Entrada de ejecución/detención	: No
Protección de memoria	: No
Iniciar ejecución automática	: No
Resetear MWi	: Sí
Sólo arranque en frío	: No

Datos

Cantidad de bits	: 256
Cantidad de palabras	: 512
Cantidad de constantes	: 128
Cantidad de bits de sistema	: 128
Cantidad de palabras de sistema	: 168

Canal 0 :

Función específica de la aplicación	: Conexión Uni-Telway		
Tipo de canales de E/S	: Canal integrado		
Tarea	: MAST		
Tipo	: Maestro		
Velocidad de transmisión	: 19.200 bits/s	Datos	: a 8 bits
Detener	: a 1 bit	Paridad	: Impar
Cantidad de slaves	: 8		
Valor de timeout en MS	: 30		

Canal 100 :

Función específica de la aplicación	: Ninguno
Tipo de canales de E/S	: Canal integrado

0.1 : TSX DEY 16FK

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX DEY 16FK
Dirección : 0.1

Designación : 16E RAPID 24 VCC SINK CON.
Símbolo :

Parámetros comunes [0-7]

Monitorización de alimentación : Activo
Tarea : MAST

Parámetros del canal de entrada [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
0	%IO.1.0.0		4 ms	
1	%IO.1.1.0		4 ms	
2	%IO.1.2.0		4 ms	
3	%IO.1.3.0		4 ms	
4	%IO.1.4.0		4 ms	
5	%IO.1.5.0		4 ms	
6	%IO.1.6.0		4 ms	
7	%IO.1.7.0		4 ms	

Parámetros comunes [8-15]

Monitorización de alimentación : Activo
Tarea : MAST

Parámetros del canal de entrada [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Filtro	Función
8			4 ms	
9			4 ms	
10			4 ms	
11			4 ms	
12			4 ms	
13			4 ms	
14			4 ms	
15			4 ms	

0.2 : TSX DSY 16R5

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX DSY 16R5
Dirección : 0.2

Designación : 16S RELÉ 50 VA, BL.TER.
Símbolo :

Parámetros comunes [0-7]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [0-7]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
0	%Q0.2.0.0		0
1	%Q0.2.1.0		0
2	%Q0.2.2.0		0
3	%Q0.2.3.0		0
4	%Q0.2.4.0		0
5	%Q0.2.5.0		0
6	%Q0.2.6.0		0
7	%Q0.2.7.0		0

Parámetros comunes [8-15]

Tarea : MAST
Modalidad de retorno : Retorno

Parámetros del canal de salida [8-15]

Canal	Dirección	Símbolo	Valor de ret.
8	%Q0.2.8.0		0
9	%Q0.2.9.0		0
10	%Q0.2.10.0		0
11	%Q0.2.11.0		0
12	%Q0.2.12.0		0
13	%Q0.2.13.0		0
14	%Q0.2.14.0		0
15	%Q0.2.15.0		0

0.3 : TSX AEY 414

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX AEY 414
Dirección : 0.3

Designación : 4 ENTR. ANA. ISO. 16BITS
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Entradas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Escala	Mín.
0	%IW0.3.0.0		+/- 10 V	% ..	-10000
1	%IW0.3.1.0		+/- 10 V	% ..	-10000
2	%IW0.3.2.0		+/- 10 V	% ..	-10000
3	%IW0.3.3.0	Senal_Salida_Planta	De 0 a 10 V	% ..	0

Canal	Máx.	Unidad	Filtrado	Tarea	Prueba de cableado
0	10000	-	0	MAST	-
1	10000	-	0	MAST	-
2	10000	-	0	MAST	-
3	10000	-	0	MAST	-

0.4 : TSX ASY 410

Identificación del módulo:

Referencia comercial : TSX ASY 410
Dirección : 0.4

Designación : 4 SALIDAS ANALOG. ISO.
Símbolo :

Parámetros comunes

Tipo : Salidas

Parámetro de canal

Canal	Dirección	Símbolo	Rango	Mín.	Máx.
0	%QW0.4.0.0		+/- 10 V	-10000	10000
1	%QW0.4.1.0		+/- 10 V	-10000	10000
2	%QW0.4.2.0		+/- 10 V	-10000	10000
10000	%QW0.4.3.0	Senal_Entrada_Planta	De 4 a 20 mA		0

Activo	Tare	agresión	Retornar/mantener	Activo	Desborde
0	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
1	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
2	-10500	Sí	10500	Sí	MAST 0
3	-500	Sí	10500	Sí	MAST 0

0.5 : TSX ETY 5103

Identificación del módulo:

Referencia comercial	: TSX ETY 5103	Designación	: MÓDULO ETHERNET TCP/IP, CONFIGURABLE WEB SERVER
Dirección	: 0.5	Símbolo	:

Canal 0 :

Función específica de la aplicación	: ETH TCP IP
Conexión de red	: Ethernet_1
Tarea	: MAST

Variables e instancias FB

BOOL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
V_AuxBool3	NO				1	NO
V_AuxBool4	NO				1	NO
V_AuxBool5	NO				1	NO

INT

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Consigna_Sclvo_Aux_INT	NO	%MW10	Valor de referencia de temperatura en formato INT		2	NO
Senal_Entrada_Planta	NO	%QW0.4.3	Salida analógica (mA) del PLC para aumentar la temperatura (INT)		3	NO
Senal_Salida_Planta	NO	%IW0.3.3	Entrada analógica (mV) del PLC equivalente a la TEMPERATURA de salida (INT)		3	NO
Valor_K_INT	NO	%MW12			1	NO

Mode_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Modo_funcionamiento_PID	NO			7
man	NO			
halt	NO			
en_p	NO			
en_i	NO			
en_d	NO			
d_on_pv	NO			

Para_PID

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Parametros_funcionamiento_PID	NO			7
gain	NO			
ti	NO			
td	NO			
td_lag	NO			
ymax	NO			
ymin	NO			

PID

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FBI_0			1	
<entradas>				
SP	Reference variable			
PV	Controlled variable			
MODE	Operating modes			
man				
halt				
en_p				
en_i				
en_d				
d_on_pv				
PARA	Parameters			
gain				
ti				
td				
td_lag				
ymax				
ymin				

Autor:	5 Variables e instancias FB	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COL...		Página: 5 - 1/2

Este documento es propiedad de XXX y no se puede reproducir ni comercializar sin autorización previa.

Variables e instancias FB

Nombre	Comentario	Valor	Utilizado	DG
FEED_FWD	Disturbance variable			
YMAN	Manually manipulated value			
<salidas>				
ERR	System deviation			
STATUS	Y output status			
qmax				
qmin				
<entradas/salidas>				
Y	Manipulated variable			

REAL

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Consigna_Sclvo_REAL	NO		Valor de referencia de temperatura en formato REAL		3	NO
Desviacion_Entrada_y_Salida	NO				1	NO
Salida_PID	NO				4	NO
Valor_K_REAL	NO				3	NO
Valor_Salida_PID_En_Manual	NO				2	NO
Variable_a_vigilar	NO		Valor de temperatura a controlar (Salida de la planta)		3	NO

Stat_MAXMIN

Nombre	Const	Dirección	Comentario	Utilizado
Estado_de_Salida	NO			3
qmax	NO			
qmin	NO			

TIME

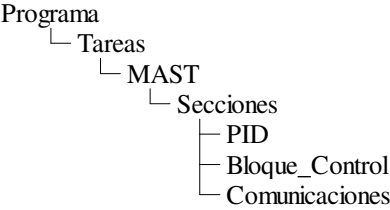
Nombre	Const	Dirección	Comentario	Valor	Utilizado	DG
Valor_Ti_TIME	NO	%MW14			2	NO
Valor_Tp_TIME	NO	%MW16			2	NO

Estructura de la aplicación

VISTA ESTRUCTURAL

SECCIÓN	CONDICIÓN DE VALIDACIÓN	COMENTARIO DE SECCIÓN	MÓDULO	LENGUAJE
PID				FBD
Bloque_Control				FBD
Comunicaciones				FBD

CALL TREE



Tipo de red: Ethernet
Comentario:
Red conectada: SÍ

Familia: Ethernet_Premium_Regular
Módulo de dirección: \0.0\0.5.0

Nombre: Ethernet_1

Configuración IP

Configuración de dirección IP	Configurado
Dirección IP:	120.23.3.2
Máscara de subred:	255.255.255.0
Dirección de pasarela:	0.0.0.0
Configuración Ethernet	802.3

Mensajes

Dirección XWAY	Red:	0	Estación:	0
----------------	------	---	-----------	---

Configuración de conexión

Control de acceso:	Bloquear
--------------------	----------

Exploración de E/S

Bloq ctrl disp:	Bloquear	
Leer ref.	De	10
	a	19
Escribir ref.	De	0
	a	0

E/S explorados

Dirección IP	Estado del dispositivo	Nombre del dispositivo	Tipo de dispositivo	Longitud de ENTRADA necesaria	Longitud de SALIDA necesaria	ID de unidad
120.23.3.1	No hay dispositivos			0	0	255

Dirección IP	Sintaxis de esclavo	Timeout de perturbación (ms)	Velocidad de repetición (ms)	Leer objeto maestro	Leer Ref. de esclavo	Leer longitud
120.23.3.1	IEC 0	1500	60	%MW10	%MW0	10

Dirección IP	Último valor (entrada)	Escribir objeto maestro	Escribir Ref. de esclavo	Escribir longitud	Descripción
--------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------	-------------

Autor:	7.1 Redes 7.1.1 Ethernet_1	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COI...		Página: 7.1.1 - 1/2

SNMP Ethernet

Administradores de dirección IP

Administrador 1 de dirección IP: 0.0.0.0

Administrador 2 de dirección IP: 0.0.0.0

Agente

Localización (SysLocation):

Contacto (SysContact):

Administrador SNMP : Bloquear

Nombres de comunidad

Ajustar: public

Obtener: public

Captura: public

Seguridad

Habilitar captura de errores de autenticación :

Bloquear

Ancho de banda

Periodo: 0 ms

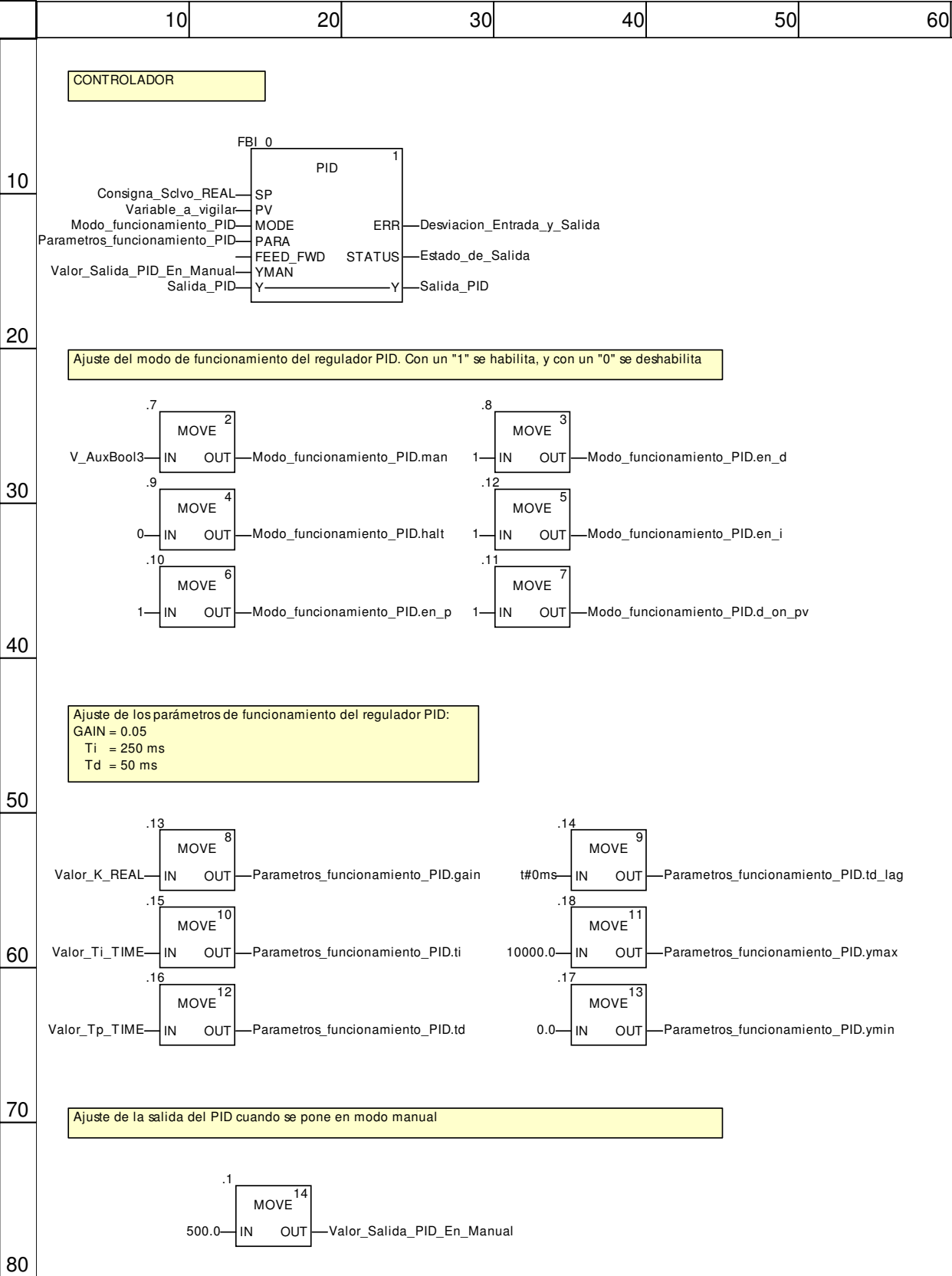
Información de mensajes 0 Transacciones/segundo de MS

MAST

Propiedades específicas

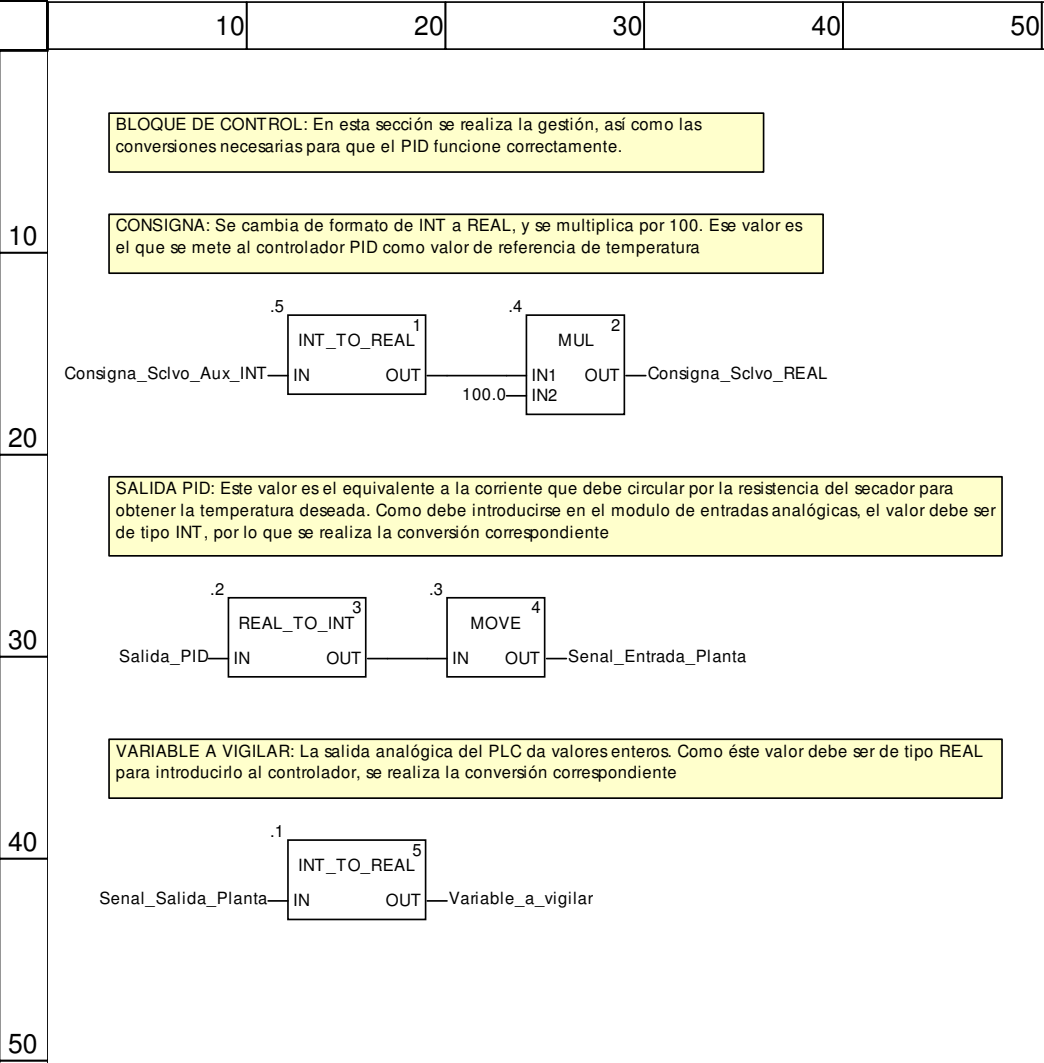
Configuración	Cíclica
Configuración del periodo de tareas	0
Configuración del tiempo de watchdog	250

PID : [MAST]

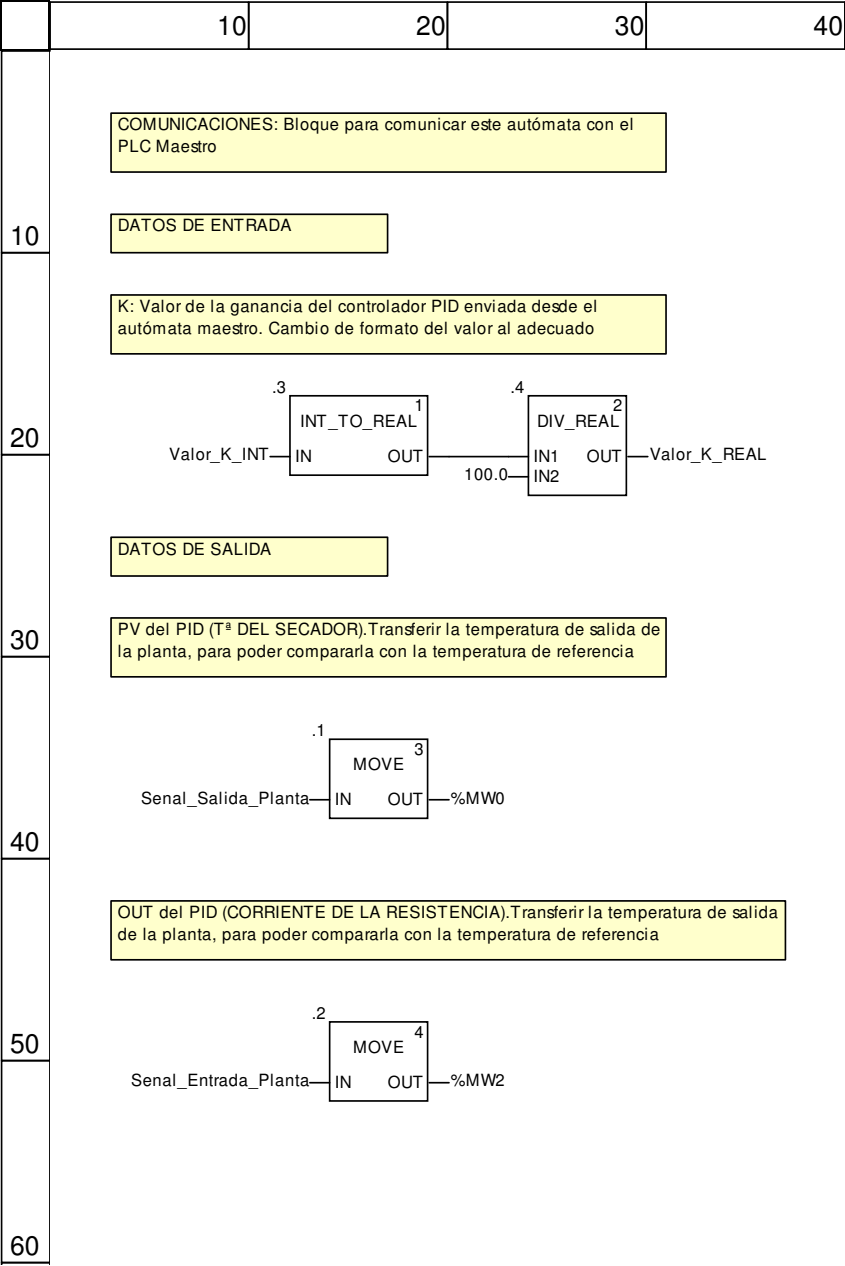


	10	20	30	40	50	60
90	<div>Lectura si el PID está saturado por arriba o por abajo</div>					
100	<div> <div>.2</div> <div> <div>MOVE¹⁵</div> <div>Estado_de_Salida.qmax—IN OUT—V_AuxBool4</div> </div> </div>					
110	<div> <div>.3</div> <div> <div>MOVE¹⁶</div> <div>Estado_de_Salida.qmin—IN OUT—V_AuxBool5</div> </div> </div>					

Bloque_Control : [MAST]



Comunicaciones : [MAST]



Tablas de animación

Nombre de tabla: Tabla

Comentario de tabla:

Módulo funcional:

Nombre	Tipo	Comentario
Variable_a_vigilar	REAL	Valor de temperatura a controlar (Salida de la planta)
Salida_PID	REAL	
Consigna_Sclvo_Aux_INT	INT	Valor de referencia de temperatura en formato INT
Senal_Salida_Planta	INT	Entrada analógica (mV) del PLC equivalente a la TEMPERATURA de salida (INT)
Senal_Entrada_Planta	INT	Salida analógica (mA) del PLC para aumentar la temperatura (INT)
Consigna_Sclvo_REAL	REAL	Valor de referencia de temperatura en formato REAL
Valor_K_REAL	REAL	
Valor_Ti_TIME	TIME	
Valor_Tp_TIME	TIME	

Eje de movimiento

Referencias cruzadas

Aplicación:

Direcciones

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
%MW0	Comunicaciones : [MAST]	(I: 34, c: 14)	E
%MW10	Ethernet_1	Exploración de E/S: maestro de ref. de lectura, fila 1	L/E
	Variables e instancias FB	Consigna_Sclvo_Aux _INT	A
%MW2	Comunicaciones : [MAST]	(I: 48, c: 14)	E

Variables o instancias FB

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
Consigna_Sclvo_Aux_INT	Bloque_Control : [MAST]	(I: 13, c: 12)	L
Consigna_Sclvo_REAL	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 13, c: 24)	E
Desviacion_Entrada_y_Salida	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	E
Estado_de_Salida	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	E
		(I: 89, c: 13)	L
		(I: 97, c: 13)	L
FBI_0	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	LLAM F
Modo_funcionamiento_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 24, c: 8)	E
		(I: 24, c: 30)	E
		(I: 29, c: 8)	E
		(I: 34, c: 8)	E
		(I: 34, c: 30)	E
		(I: 29, c: 30)	E
Parametros_funcionamiento_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 51, c: 35)	E
		(I: 56, c: 8)	E
		(I: 61, c: 8)	E
		(I: 61, c: 35)	E
		(I: 56, c: 35)	E
		(I: 51, c: 8)	E
Salida_PID	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L/E
		(I: 7, c: 14)	L/E
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 27, c: 9)	L
Senal_Entrada_Planta	Comunicaciones : [MAST]	(I: 48, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 27, c: 20)	E
Senal_Salida_Planta	Comunicaciones : [MAST]	(I: 34, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 39, c: 12)	L
V_AuxBool3	PID : [MAST]	(I: 24, c: 8)	L
V_AuxBool4	PID : [MAST]	(I: 89, c: 13)	E
V_AuxBool5	PID : [MAST]	(I: 97, c: 13)	E
Valor_K_INT	Comunicaciones : [MAST]	(I: 17, c: 12)	L
Valor_K_REAL	PID : [MAST]	(I: 51, c: 8)	L
	Comunicaciones : [MAST]	(I: 17, c: 24)	E
Valor_Salida_PID_En_Manual	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
		(I: 74, c: 13)	E
Valor_Ti_TIME	PID : [MAST]	(I: 56, c: 8)	L
Valor_Tp_TIME	PID : [MAST]	(I: 61, c: 8)	L
Variable_a_vigilar	PID : [MAST]	(I: 7, c: 14)	L
	Bloque_Control : [MAST]	(I: 39, c: 12)	E

Objetos EF

Autor:	11 Referencias cruzadas	Impreso el 25/07/2012
Dept.:		
Proyecto: CONTROLADOR PID MEDIANTE PLC'S COI...		Página: 11 - 1/2

Este documento es propiedad de XXX y no se puede reproducir ni comercializar sin autorización previa.

Referencias cruzadas

Objeto	Referenciado dentro	Etiqueta	Uso
div_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 17, c: 24)	LLAM F
int_to_real	Comunicaciones : [MAST]	(l: 17, c: 12)	LLAM F
	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 12)	LLAM F
		(l: 39, c: 12)	LLAM F
move	PID : [MAST]	(l: 34, c: 8)	LLAM F
		(l: 29, c: 8)	LLAM F
		(l: 24, c: 8)	LLAM F
		(l: 34, c: 30)	LLAM F
		(l: 24, c: 30)	LLAM F
		(l: 29, c: 30)	LLAM F
		(l: 89, c: 13)	LLAM F
		(l: 97, c: 13)	LLAM F
		(l: 74, c: 13)	LLAM F
		(l: 61, c: 8)	LLAM F
		(l: 56, c: 35)	LLAM F
		(l: 61, c: 35)	LLAM F
		(l: 56, c: 8)	LLAM F
		(l: 51, c: 8)	LLAM F
		(l: 51, c: 35)	LLAM F
	Comunicaciones : [MAST]	(l: 48, c: 14)	LLAM F
		(l: 34, c: 14)	LLAM F
	Bloque_Control : [MAST]	(l: 27, c: 20)	LLAM F
mul	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 24)	LLAM F
mul_real	Bloque_Control : [MAST]	(l: 13, c: 24)	LLAM F
real_to_int	Bloque_Control : [MAST]	(l: 27, c: 9)	LLAM F